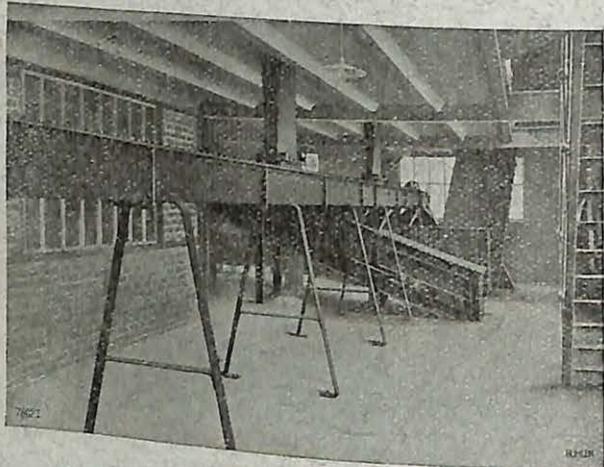


LES TRANSPORTEURS BREVETES

REDLER

HORIZONTALS - INCLINÉS - VERTICAUX

pour
toutes distances,
toutes capacités (5-500 t./h.),
tous les



**CHARBONS
& MATIÈRES
ANALOGUES**

« REDLER » pour
transport de poussier de
0-0,5 installé au puits n°
5 des Charbonnages de
Mariemont-Bascoup.

Principaux avantages :

Encombrement très réduit, d'où montage plus simple,
suppression de passerelles et de charpentes coûteuses.

Sécurité de marche de 100 p. c., suppression des
engorgements, du graissage.

Economie considérable de force.

Suppression du dégagement de poussières.

DEMANDEZ REFERENCES,
CATALOGUES ET VISITE D'INGENIEUR A

BUHLER FRÈRES

Tél. 12.97.37 — BRUXELLES — 2a, rue Ant. Dansaert
Usines à UZWIL (Suisse).

Institut National des Mines
à Frameries-Daturages

RAPPORT

SUR LES

Travaux de 1931

PAR

Ad. BREYRE

Ingénieur en chef des Mines,
Administrateur-Directeur de l'Institut,
Professeur à l'Université de Liège.

SOMMAIRE :

I. — Travaux sur les Explosifs :

a) divers contrôles	5
b) le tir simultané dans les mines grisouteuses.	7
c) influence du diamètre du mortier et de la position de la charge dans le mortier	35
d) la composition de l'air des charbonnages	40
e) pressions mises en cause dans le tir au mortier	41
f) expériences de minage au charbonnage de Monceau-Fontaine	42

II. — Travaux sur les lampes :

a) les grisoumètres	42
b) essais sur diverses lampes	44
c) améliorations agréées	45

III. — <i>Les appareils électriques antigrisouteux</i>	
La question des coffrets à accus antidéflagrants.	46
IV. — <i>Les dangers des jets d'air comprimé en milieu grisouteux :</i>	
Matériel d'essai	48
Electrisation par contact direct : corps frappés par le jet ou tuyauteries elles-mêmes	50
Electrisation sans contact direct, par influence	57
Influence de la quantité de poussières véhiculées, de l'isolement	59
Détermination du signe des charges, de l'énergie mise en jeu; mesure des capacités, des tensions	61
Résumé et conclusion	68
V. — <i>Divers.</i>	
Quelques recherches sur les exploseurs	82
Ventilateurs souterrains	83
Locomotives Diesel	84
Visites éducatives	85
Collaboration avec les organismes étrangers	85
VI. — <i>Recherches scientifiques :</i>	
a) analyse exacte des grisous	86
b) étude de deux gaz de fermentation de cellulose	90
<i>Annexes :</i>	
1. Les expériences de minage faites en 1931 au Charbonnage de Monceau-Fontaine, par M. Lefèvre, Ingénieur au Corps des Mines	93
2. Le grisoumètre interférentiel de Zeiss, note de F. Van Oudenhove et G. Nenquin	127

3. La sécurité des empilages de lamelles vis-à-vis des flammes d'hydrogène. — Les dégagements gazeux des accumulateurs. Note de J. Frupiat, Ingénieur au Corps des Mines, Attaché à l'Institut	137
4. Quelques recherches sur les exploseurs, par J. Frupiat, Ingénieur au Corps des Mines, Attaché à l'Institut	169
5. La composition des grisous belges, par L. Coppens, Docteur en Sciences chimiques. Attaché à l'Institut	191
6. Etude de deux gaz de fermentation de cellulose, par L. Coppens, Docteur en Sciences chimiques. Attaché à l'Institut	321

Rapport sur les travaux de 1931

PAR

Ad. BREYRE

Ingénieur en chef des Mines,
Administrateur-Directeur de l'Institut,
Professeur à l'Université de Liège.

1) TRAVAUX SUR LES EXPLOSIFS

a) Divers contrôles.

Nous ne mentionnerons que pour mémoire les nombreux tirs de contrôle effectués sur les explosifs S.G.P. prélevés dans les charbonnages, les tirs en vue de classement ou de reconnaissance, les contrôles de gaines de sûreté, les essais faits à la demande de l'administration des Mines.

En Belgique, l'Institut National des Mines est chargé de missions de contrôle qui absorbent une partie de son temps.

Signalons, cependant, un cas intéressant, à cause des recherches auxquelles il a donné lieu, de chute de la charge-limite d'un explosif agréé.

Il s'agissait d'un explosif contenant onze pour cent de nitroglycérine. Une partie de celle-ci avait été remplacée, de bonne foi, par du binitroglycol. Le glycol remplace, dans le bain de nitration, une partie de la glycérine, pour donner des produits ingélifs.

Nos premières recherches, effectuées sur des échantillons avec binitroglycol et d'autres avec nitroglycérine

exclusivement, nous avaient fait croire que le glycol était la cause de diminution de la charge-limite. Cette conclusion paraissait d'ailleurs contredire des expériences similaires faites à l'étranger et qui concluait à l'inocuité du remplacement d'une partie de la nitroglycérine par du binitroglycol.

Le fabricant revint donc à la seule formule autorisée, avec nitroglycérine seulement; quelque temps après, nous prélevâmes à nouveau de cet explosif et nous enregistrâmes une nouvelle défaillance, qui paraissait due à un défaut d'homogénéité; les expériences faites alors conclurent que ce défaut provenait d'une modification au mode d'incorporation d'un constituant qui n'intervenait cependant que pour un pourcentage très faible dans la composition totale (1 %). On en revint au mode d'incorporation en usage lors de l'agrégation de l'explosif.

Croyant avoir trouvé définitivement la cause de la réduction de la charge-limite, nous avons cependant tenu à prélever à nouveau de l'explosif chez les usagers; nouvelle défaillance.

Cette fois, la teneur en cellulose (8 %) fit l'objet de nouvelles recherches (1); celles-ci ne sont pas terminées, nous travaillons sur des compositions où la cellulose est remplacée totalement ou partiellement par du glucose, et il semble que la sécurité en est renforcée.

Si nous citons cet exemple, avec quelques détails, c'est pour montrer combien les questions de fabrication sont délicates malgré leurs apparences simplistes; c'est aussi pour mieux faire ressortir la conclusion à laquelle nous sommes arrivés et que nous allons exposer ci-dessous.

(1) Il y a quelques années déjà, mon prédécesseur Lemaire avait attribué à la cellulose, en se basant sur des photographies que nous n'avons pu reproduire, un rôle défavorable à la sécurité. Ce constituant fut en partie éliminé. Il subsiste dans nombre d'explosifs étrangers.

Dans toutes les défaillances enregistrées lors des prélèvements d'explosifs dans les charbonnages, il s'agit presque toujours de chutes de 50 à 100 grammes de la charge-limite. C'est ainsi que, dans tous les tirs de l'explosif visé plus haut, il n'y a jamais eu inflammation à 800 grammes, la charge-limite agréée étant de 900 grammes.

D'autre part, nos essais sont plus rigoureux, depuis que nous vivifions notre grisou par de l'oxygène pour neutraliser l'azote qu'il contient et lui donner la virulence des grisous vierges.

Dès lors, la charge-limite — celle qui n'enflamme pas — est vraiment très voisine de la charge qui enflamme et de petites variations dans le mode de fabrication ou dans l'origine des matières premières suffisent à amener une défaillance, parce que nous n'avons aucune marge de sécurité.

Il a paru indispensable de créer cette marge de sécurité en limitant à 800 grammes la charge maximum d'emploi de tous les explosifs S.G.P. et en n'admettant plus désormais que des explosifs dont la charge-limite reconnue aux essais de classement est de 900 grammes. — Une revision des divers explosifs S.G.P. dont la charge-limite n'atteignait pas ce chiffre a donc été opérée. Tous les explosifs à moins de 900 grammes de charge-limite sont écartés. — Cette modification a fait l'objet d'un arrêté ministériel en date du 10 février 1932.

Remarquons, en passant, que cette modification simplifiera l'utilisation des explosifs S.G.P. par l'existence d'une charge d'emploi maximum uniforme. Déjà la Grande-Bretagne, qui avait une cinquantaine de *permitted explosives* à charges-limites variant de 285 à 1150 grammes, a éprouvé le même besoin d'unification en adoptant une charge uniforme maximum de 28 onces (795 grammes) et en supprimant tous les explosifs dont

la charge-limite en galerie d'essai n'atteignait pas ce chiffre.

L'Allemagne a, de même, une charge maximum d'emploi de 800 grammes, les Etats-Unis de 680 grammes (1 livre et demie).

La charge de 800 grammes répond d'ailleurs aux nécessités de nos exploitations. La statistique des explosifs consommés dans les charbonnages en 1929 (Ad. Breyre, Ann. des Mines, 1930, 2^{me} livraison) aboutit à une charge moyenne de 400 grammes environ, y compris les travaux préparatoires qui sont cependant de nature à relever la charge moyenne.

b) Etude du tir simultané.

Nous avons encore effectué, à la galerie du Bois de Colfontaine, une série de tirs en volée, en présence du grisou, sans enregistrer d'inflammation. — A la demande du Service britannique de Recherches sur la sécurité minière, nous avons présenté à la Conférence internationale de juillet 1931, à Buxton, une note résumant tous les tirs faits à ce sujet et la position actuelle de la question. Il sera intéressant de la reproduire ci-dessous.

Position de la question en Belgique

La Belgique n'exploite que des couches minces, dont la moyenne d'ouverture n'atteint que 0^m,700 environ.

Les couches dépassant un mètre sont rares. Il n'est donc pas question d'exploitation par traçages, les travaux préparatoires à la mise en exploitation d'un chantier sont réduits, une fois la couche atteinte par les deux travers-bancs d'étage, au creusement de la communication d'aérage (fig. 1).

Celle-ci, une fois établie, on progresse dans les deux ailes du chantier par de grands fronts de taille continus,

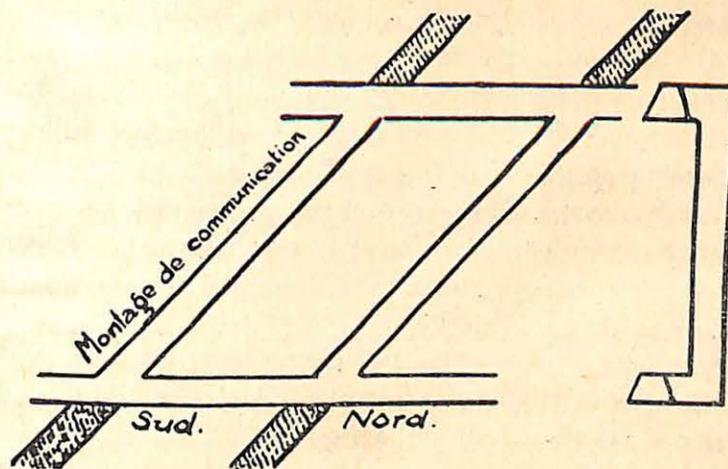


Fig. 1. — Recoupe des couches.

qui s'écartent jusqu'à la limite de concession ou jusqu'à un accident géologique limitant le chantier (fig. 2).

La très grande majorité des chantiers sont disposés suivant le mode chassant, c'est-à-dire que le front est ménagé suivant la ligne de la plus grande pente et avance journallement dans le sens de la direction des couches.

Anciennement, les longueurs de tailles étaient faibles et calculées de manière que le coupage des voies de

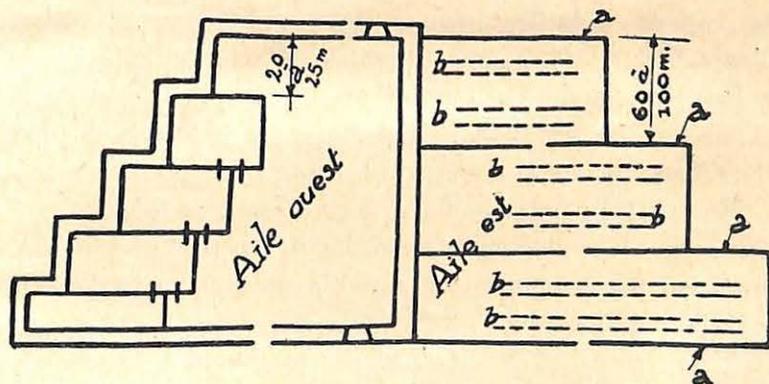


Fig. 2. — Disposition générale d'un chantier d'exploitation.

desserte donne le remblai complet (longueur moyenne de 20 à 25 mètres, partie gauche de la fig. 2).

Depuis la généralisation des couloirs oscillants et des marteaux-pics, les fronts sont disposés en longues tailles, généralement de 60 à 100 mètres.

Le remblayage est assuré soit par des pierres amenées des travaux préparatoires ou d'autres chantiers, soit par des fausses-voies creusées de distance en distance dans la taille.

Ces voies ne sont donc pas conservées, elles ne sont même boisées que dans la mesure où la sécurité du travail l'impose (partie droite de la figure 2).

Au point de vue du grisou, les mines belges comptent quatre catégories : mines sans grisou, mines de 1^{re} catégorie, c'est-à-dire peu grisouteuses, mines de 2^{me} catégorie, c'est-à-dire franchement grisouteuses et mines de 3^{me} catégorie, c'est-à-dire sujettes à dégagements instantanés.

La classification des couches, au point de vue des poussières est, en effet, simple et, si j'ose m'exprimer ainsi, à peu près forfaitaire : les couches à moins de 15 % de matières volatiles sont considérées comme non dangereuses et non classées; celles comprenant de 15 à 22 % de matières volatiles forment la 1^{re} catégorie et celles titrant plus de 22 % constituent la 2^{me} catégorie.

Une couche qui, du point de vue grisou, serait non classée ou de première catégorie, peut passer à la première ou à la seconde catégorie du fait des poussières.

En pratique, la considération des poussières, introduite dans la réglementation en 1920, n'a pas, en général, provoqué de perturbation notable dans la classification préalable par rapport au grisou.

Les règles sur les explosifs s'appliquent à la classification combinée : ainsi les règles relatives aux mines à

grisou de première catégorie s'appliquent aux couches poussiéreuses assimilées.

Il était nécessaire de donner ces quelques notions pour comprendre exactement notre exposé.

Le règlement belge permet le tir simultané dans les fonçages de puits, dans les travers-bancs et dans les voies d'exploitation des mines sans grisou ou peu grisouteuses (1^{re} catégorie).

En réalité, ces mines de première catégorie sont très peu grisouteuses et un aérage normal a facilement raison du dégagement faible de gaz que l'on y constate. Le grisou ne s'y rencontre guère que dans les endroits en dehors du courant d'air.

Mais le règlement est beaucoup plus sévère pour les mines de 2^{me} et de 3^{me} catégorie : le coupage des voies d'exploitation — qui ne peut s'y faire qu'avec des explosifs S.G.P. et avec la précaution supplémentaire soit du bourrage extérieur soit de la gaine de sûreté — ne peut avoir lieu que par mines successives : on ne peut tirer qu'une mine à la fois.

Remarquons, en passant, que le règlement belge interdit — sauf dérogation — tout travail de minage en veine dans toutes les mines à grisou. En fait, la dureté moyenne des couches ne rend pas désirable l'emploi des explosifs; dans la généralité des cas, vu l'irrégularité et les nombreux accidents affectant les couches, l'emploi de haveuses est impossible ou difficile et, grâce aux climages ou limés du charbon, le marteau-pic suffit au dépeçage de la veine, sans havage préalable proprement dit.

Comme dérogation à l'interdiction du minage en veine, il n'y a que deux cas typiques :

- 1° certaines couches anthraciteuses du bord Nord du Bassin, à Liège et à Charleroi, sont très dures et,

comme elles sont pratiquement sans grisou, des dérogations sont accordées assez facilement pour l'abatage ;

2^e dans certaines mines à dégagements instantanés de grisou, on a essayé, depuis quelques années, la méthode du tir d'ébranlement, qui cherche à provoquer les dégagements au moment voulu, à l'heure du tir, alors que le chantier est sans personnel.

Ces tirs sont naturellement effectués par volées de plusieurs mines. — Nous en dirons un mot au cours de la présente notice.

**Raison de l'interdiction du tir simultané
dans les voies d'exploitation des mines de 2^e et de 3^e catégorie**

La réglementation, actuellement en vigueur en Belgique, date de 1920 ; elle a eu pour but de supprimer les très nombreuses restrictions sur l'emploi des explosifs, édictées par la réglementation antérieure qui datait de 1895, c'est-à-dire d'une époque où les explosifs antigrisouteux n'étaient pas connus.

Depuis 1902, les études faites à la Station d'expériences de Frameries par MM. Watteyne, Stassart, Bolle et Lemaire, avaient permis d'établir une liste d'explosifs moins dangereux que tous leurs prédécesseurs ; déjà ces explosifs, caractérisés par les initiales S.G.P. (*Sécurité* relative en présence du *Grisou* et des *Poussières*) avaient été introduits, à la faveur de dérogations au règlement général, dans maintes exploitations ; ils s'étaient montrés satisfaisants, tant du point de vue de la sécurité que du point de vue des nécessités d'exploitation. Ils avaient la puissance voulue pour faire face à tous les terrains rencontrés dans ces travaux.

L'expérience avait sanctionné les recherches de Fra-

meries et l'on pouvait désormais transposer dans des textes réglementaires les résultats acquis.

En fait, le règlement de 1920 supprimait toutes les dérogations accordées en nombre croissant, en faisant de ces dérogations la règle générale : désormais, l'emploi des explosifs est autorisé dans toutes les voies d'exploitation moyennant de superposer les mesures de sécurité quant au choix et à l'emploi des explosifs, au fur et à mesure que les règles s'appliquent à des mines de catégories de plus en plus dangereuses.

Mais les expériences de Frameries avaient toujours eu lieu exclusivement par mines uniques, dans une galerie de deux mètres carrés de section.

Le règlement n'a pas voulu s'écarter, dans les mines franchement grisouteuses, des conditions de la station d'essai ; c'est pourquoi en son article 21, 3^o, il prescrit que « la section d'ouverture des galeries ne peut être inférieure à deux mètres carrés », et, en son article 23, il stipule « dans les galeries des chantiers d'exploitation, il est défendu de tirer plus d'une mine à la fois ».

Comme les expériences de Frameries, confirmées d'ailleurs par d'autres faites à l'étranger et notamment à Buxton, ont montré que la diminution de la section de la galerie entraînait une réduction de la charge-limite, la première prescription exige que, dans toutes les voies où l'on fait usage d'explosifs, il y ait, comme section d'ouverture, le minimum de deux mètres carrés, section utilisée dans tous les tirs de recherches.

C'est pour ce même motif que l'article 23 prohibe le tir simultané parce que, dans l'idée des auteurs du règlement, l'usage de « n » mines sautant simultanément dans une section « S » donnée équivaut à faire partir chaque mine dans une section S/n.

A la Commission de revision des règlements miniers, où ces textes étaient discutés, un membre suggéra même d'autoriser le tir simultané à condition que la charge totale utilisée dans un tir ne dépassât pas la charge-limite de l'explosif définie par Frameries.

Mais M. Watteyne ne put se rallier à cette solution car, faute d'expériences, disait-il, on ne peut admettre que les charges-limites s'additionnent.

Inconvénients et dangers du tir successif des mines au coupage des voies

Comme le coupage des voies exige plusieurs mines à chaque avancement, le travail du boute-feu est compliqué du fait de la prohibition du tir simultané. En effet, il doit repasser plusieurs fois à front de chaque coupage pour la mise à feu successive. La figure 3 représente, par exemple, une disposition assez fréquente d'un front de coupage de voie dans le mur de la couche, avec trois mines.

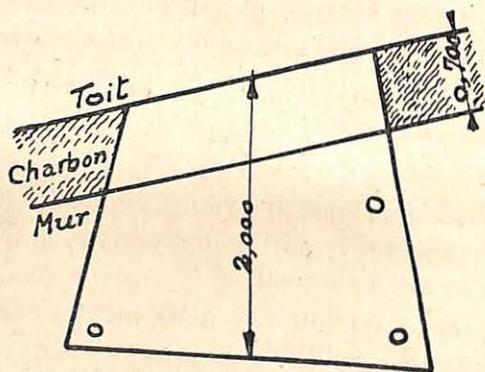


Fig. 3. — Profil d'un coupage de voie.

La sécurité interdit, de plus, de charger simultanément des mines qui doivent être tirées successivement.

En effet, le tir d'une première mine peut altérer l'amorçage des mines suivantes et provoquer des ratés,

(sans parler des départs prématurés lors du tir à la mèche, actuellement supprimé).

Le travail est donc plus long, l'évacuation des fumées demandant un certain temps après chaque tir.

Comme d'autre part, la sécurité impose qu'il n'y ait qu'un boute-feu par chantier, cet agent est surchargé.

Il en résulte un manque de soin dans les recherches du grisou, préalables au tir.

Le boute-feu, pour gagner du temps, est tenté d'effectuer tout au moins, malgré l'interdiction du règlement, le chargement simultané des mines d'une voie. Il fait les constatations relatives au grisou avant le tir de la première mine, mais revient précipitamment à front, relie rapidement, gêné par les fumées, la seconde mine au circuit, sans faire de nouvelles constatations quant au grisou, et fait partir cette mine, alors que le premier coup a pu amener du grisou.

A ce danger, il faut encore ajouter celui de la présence possible d'une certaine quantité de gaz combustible dans les produits de la détonation.

Les explosifs à combustion complète ou légèrement suroxydés, qui sont la règle générale actuellement, renferment en eux-mêmes assez d'oxygène pour que les produits de la réaction ne contiennent aucun gaz combustible (ni CO, ni H, ni CH⁴, par exemple) et nous écrivons les équations de la détonation comme si les choses se passaient ainsi.

C'est théorique : en fait, on constate souvent la présence de gaz combustibles dans les produits de détonation d'explosifs suroxydés ; le danger de présence de gaz combustibles immédiatement après un tir n'est donc pas à sous-évaluer.

Le tir simultané, d'autre part, a divers avantages que l'on peut énumérer rapidement :

- 1° il permet un gain de temps appréciable : en effet, les retours au même front, les temps d'attente pour évacuation des fumées sont supprimés;
- 2° il autorise une organisation bien plus rationnelle du travail de tir : le boute-feu, ne devant plus passer qu'une fois à chaque front de voie, recevra comme instruction de commencer par la voie supérieure et de descendre ensuite en sens inverse du courant d'air; il est toujours dans le courant d'entrée d'air du chantier. — On peut même prévoir le tir de plusieurs coupages simultanément;
- 3° à cause de cette plus grande rapidité, il sera toujours possible d'organiser le tir entre le poste d'abatage et le poste de remblayage-entretien, c'est-à-dire de faire usage des explosifs alors que le chantier est vide de tout personnel.

Lorsque la période matérielle du tir s'allonge, c'est le cas des tirs successifs, il est presque impossible de ne pas empiéter sur le poste d'entretien et de remblayage; il y a donc dans le chantier d'autres ouvriers que les préposés au tir, ce qui aggrave les conséquences d'un accident éventuel (1).

On comprend donc l'intérêt que présenterait le tir simultané, si la sécurité l'autorise.

De là viennent les essais de recherches faits à l'*Institut National des Mines*, à la galerie artificielle de la Station d'essais d'une part, dans une des galeries au rocher de Colfontaine d'autre part.

De plus, des expériences ont eu lieu, dans une galerie réelle de mine, au niveau de 845 mètres, d'un des puits des charbonnages de Monceau-Fontaine; elles se poursuivent dans un chantier du charbonnage de Marcinelle.

Ce sont ces divers essais que nous allons exposer.

(1) Ceci vise les mines de deuxième catégorie, car en troisième, la règle est de ne miner qu'en l'absence de personnel dans le chantier.

Expériences faites à l'Institut National des Mines

Essais à la galerie de la Station d'essais. — Avant 1930, aucun essai direct n'avait été fait, dans la crainte de dégâts à la galerie.

Nous avons, au début de 1930, disposé deux mortiers devant celui qui occupe le fond de la galerie (fig. 4 et 5).

Ces deux mortiers étaient placés horizontalement sur un chantier en bois. — Des madriers, placés à l'arrière, entre le fond de la galerie et la partie postérieure des mortiers, formaient matelas élastique amortissant un recul éventuel des pièces.

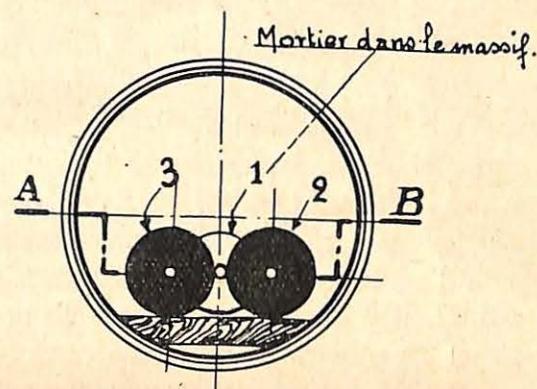


Fig. 4. — Coupe CD.

Ils semblent avoir été inutiles dans la plupart des tirs.

Nous avons effectué d'abord des tirs à faible charge, de crainte de dégâts à la galerie. Ces tirs n'ayant pas donné inflammation, nous avons augmenté progressivement les charges jusqu'à utiliser une charge-limite (soit 900 grammes pour la plupart des explosifs essayés) dans chacun des mortiers.

A partir de ce moment, nous avons toujours procédé de la même manière, c'est-à-dire avec deux fois la charge-limite.

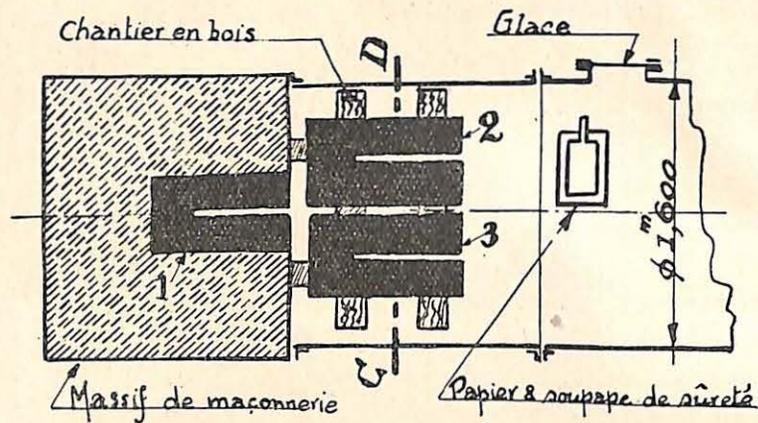


Fig. 5. — Vue en plan et coupe AB.

Le premier regard (en glace épaisse de 25 millimètres) placé à 2^m,50 du fond de la galerie, a sauté deux fois. — Nous n'avons pas eu d'autres dégâts.

Presque tous les explosifs S.G.P. reconnus ont subi divers tirs simultanés en grisou et en poussières; les tirs se sont étendus à d'autres explosifs faisant l'objet d'une demande d'agrément.

Au total, il y a eu 77 tirs; pour chaque explosif, on commençait par vérifier s'il avait conservé sa charge-limite (un coup tiré seul); tous les explosifs S.G.P. reconnus essayés, ont résisté à ces épreuves sans donner lieu à inflammation.

Le nombre de tirs négatifs s'est élevé à quarante-trois.

Un explosif dont on venait d'introduire la demande d'agrément, a donné lieu à trois inflammations sur cinq tirs.

A vrai dire, cet explosif était, à 900 grammes, très voisin de la charge-limite dans le tir d'essai habituel à un seul coup. Il a d'ailleurs été refusé.

Voici le tableau résumant ces tirs faits à la galerie d'essais de l'Institut National des Mines.

Nombre de tirs effectués sans inflammation avec deux fois la charge-limite des explosifs S.G.P. reconnus

Explosifs.	Atmosphère	
	grisouteuse.	poussiéreuse.
Flammivore V bis (1)	3	3
Matagnite V	3	3
Nitrobaélénite III	3	2
Sabulite B bis	4	5
Favier n° 5	3	4
Poudre blanche n° 9	4	1
Yonckite antigrisou	1	—
Centralite R (2)	2	2
	23	20

Nous donnons ci-dessous la composition des explosifs expérimentés :

DÉNOMINATION	Nitrate ammonique	Perchlorate ammonique	Oxalate de soude	Chlorure de soude	Nitrate de sodium	Perchlorate de potasse	Nitroglycérine	Binitrotoluol	T.N.T	Naphtaline	Charbon de bois	Noir de fumée	Nitro-cellulose	Cellulose
Flammivore Vbis	59	—	—	22	—	—	11	1	—	2	—	0,1	0,05	85
Matagnite V	63	—	—	22	—	—	10	—	—	—	4 ⁹	—	0,1	—
Nitrobaélénite III.	58	—	—	22	—	—	11	1	—	—	—	—	—	8
Sabulite Bbis	51	—	—	24	—	10	—	—	15	—	—	—	—	—
Favier n° 5.	64	—	—	17 ⁵	—	7	—	—	10	—	—	—	—	4,5
Poudre blanche n° 9	35	—	—	30	1 ⁸⁴	13 ⁸²	—	—	14 ⁷³	—	—	—	—	4,61
Yonckite antigrisou.	42	12	—	22	10	—	—	—	14	—	—	—	—	—
Centralite R	42	—	8	16	—	20	—	—	14	—	—	—	—	—

(1) Un tir a donné une lueur très faible visible aux glaces, mais non aux clapets.

(2) Un tir effectué en dépassant légèrement la charge-limite pour chaque mine, a donné lieu à inflammation.

Tirs faits dans la galerie n° 2 à travers-bancs, à Colfontaine

Déjà en 1927, M. Lemaire, mon prédécesseur, avait effectué des tirs simultanés dans la galerie de Colfontaine.

Vingt-huit volées, comportant généralement trois mines, parfois deux seulement, avaient été tirées sans provoquer aucune inflammation de l'atmosphère grisou-teuse.

Ces tirs avaient été effectués sans bourrage, ou avec un bourrage de quelques centimètres seulement.

Dans deux ou trois tirs, on avait utilisé un bourrage dangereux, tel que du papier paraffiné ou des poussières de charbon.

Les trous de mine avaient 0^m,800 à 1^m,300 de longueur, les charges par fourneau dépassaient parfois la charge-limite définie en galerie, mais le maximum d'explosif utilisé par le tir n'a pas dépassé 2,700 kilogs.

M. Lemaire avait, sans conclure, estimé qu'il est probable que le tir simultané n'offre pas plus de danger que le tir par coup unique.

En 1928, un seul tir en volée et, en 1929, cinq autres tirs, sans bourrage, furent effectués, à propos d'autres études, sans inflammation.

Tous ces tirs avaient été effectués dans une section de 4 mètres carrés environ.

A la suite des résultats des tirs faits à la galerie d'essais en 1930, le tir en volée fut repris à Colfontaine, avec le double point de vue d'utiliser des charges plus fortes que celles qui avaient été employées jusqu'alors et, d'autre part, de réaliser si possible ces tirs dans des sections réduites.

Ce dernier point s'est heurté d'ailleurs à des difficultés de réalisation pratique, car, lorsque l'on surcharge les

coups, l'effet de l'explosif s'étend au delà de la zone que l'on voulait atteindre et les dimensions de la galerie sont plus fortes que celles que l'on avait en vue.

A moins de terrains très durs, cette difficulté est très réelle.

Les tirs de 1930 ont utilisé des charges allant jusque 6,700 kilogs d'explosif répartis en 5 ou 6 mines.

Les trous ont été forés dans un bouveau recoupant des bancs de grès houiller très dur, d'allure irrégulière.

La section de la galerie mesurait 2^m,10 de hauteur et 1^m,800 de largeur, soit 3,8 mètres carrés.

Le travail de creusement était organisé comme suit (voir fig. 6) :

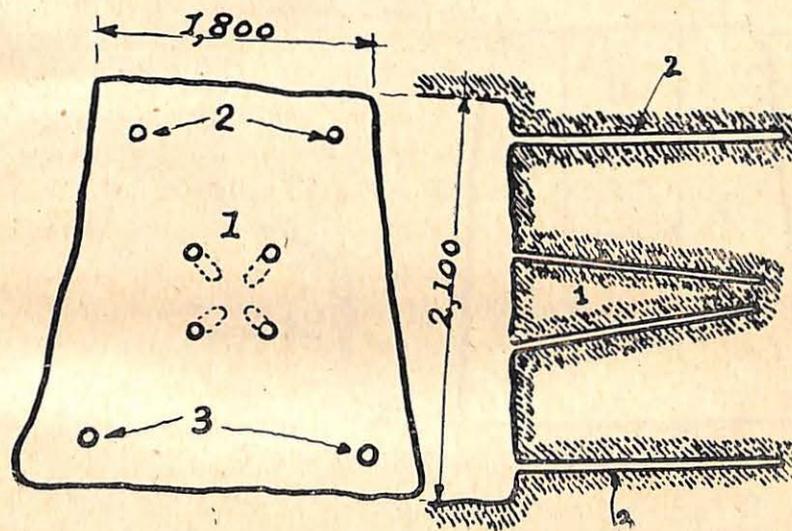


Fig. 6. — Dispositif de tir simultané.

Deux mines convergentes (parfois quatre) forées à mi-hauteur du front y créaient d'abord une excavation plus ou moins importante suivant la profondeur des trous (mines de déchaussement ou mines de bouchon).

Les bords de l'excavation étaient ensuite enlevés progressivement jusqu'à obtention du gabarit normal de la galerie à l'aide de trous sensiblement horizontaux forés parallèlement aux faces dégagées.

Aucune inflammation ne s'est produite.

Quelques tirs méritent une mention spéciale. Exemple le numéro 12 : deux trous de bouchon (trous de déchaussement) au fond d'un avancement partiel du travers-bancs laissant en flèche une section de $1^m,500 \times 0^m,500 \times 1^m,200$ de profondeur (fig. 7).

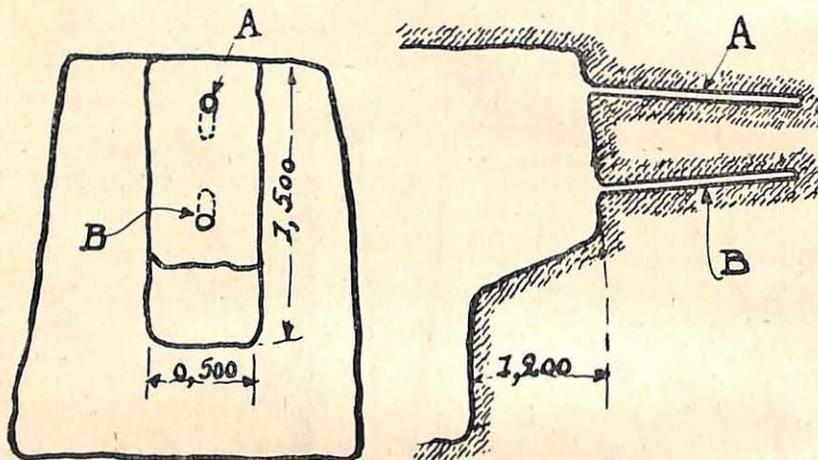


Fig. 7. — Disposition du tir n° 12.

Il s'agit là d'un tir en section de $0,75 \text{ m}^2$; les charges étaient de 800 et 1.000 grammes de Centralite R.

De plus, la charge de 1.000 grammes, dont le fourneau était intentionnellement placé pour faire canon, n'a produit que très peu de travail.

Dans plusieurs tirs (n°s 4, 15, 5, 8, 10, 18, 7, 14 et 17) des mines étaient ménagées à très faible distance —

moins de trente centimètres — de la paroi libre, de façon à avoir des coups manifestement surchargés.

Autre particularité : Les tirs à la galerie d'essais s'étaient faits au début de 1930, avec le grisou habituel de la Station, qui comporte un taux assez fort d'azote; les tirs à Colfontaine se sont faits dans la seconde moitié de l'année.

Dans l'intervalle, les analyses faites sur les grisous prélevés en massif vierge dans nos divers bassins avaient montré que ces grisous étaient beaucoup plus riches en méthane.

Pour donner au grisou de la Station une virulence égale à celle des grisous des travaux vierges, nous ajoutons de l'oxygène pour neutraliser l'azote en excès, de manière à ramener, dans le mélange combustible, le rapport de l'oxygène à l'azote approximativement à la valeur qu'il a dans l'air normal.

Cette addition d'oxygène à notre grisou — les essais à la galerie nous l'ont bien montré — aggrave les conditions des essais.

La majeure partie des essais de Colfontaine, en 1930, sont faits en grisou vivifié par addition d'oxygène et sont donc plus durs que tous les précédents.

Pour certains, le rapport de l'oxygène à l'azote dépasse le taux normal de 0,264 qui existe dans l'air, circonstance qui s'est montrée toujours plus dangereuse dans nos essais en galerie.

En 1931, nous avons encore fait, à Colfontaine, des essais dans les mêmes conditions de grisou, en tâchant de maintenir une section réduite.

La dureté trop faible des terrains et leur manque d'homogénéité ont rendu difficile l'obtention de coups réellement débourrants et n'effectuant aucun travail.

Nous donnons ci-dessous le résumé des tirs à Colfontaine, en 1930 et en 1931 :

En 1930 : 20 volées de 2 à 6 mines, avec charges totales allant de 1,300 kgs. à 6,700 kgs. — Section de 3,8 m², sauf le n° 12 déjà mentionné.

En 1931 : 4 volées de 5 à 7 mines, avec charges totales variant de 3,100 kgs. à 5,900 kgs. — Section variant de 1,5 m² à 2,9 m².

Voici le détail de ces tirs qui comprennent, en plus d'explosifs S.G.P., d'autres compositions écartées aux essais d'agrération :

Légende : L, longueur; D, distance moyenne entre le trou et la surface libre la plus rapprochée; C, le poids d'explosif en grammes.

DÉSIGNATION DE L'EXPLOSIF	No du Thr	CARACTÉRISTIQUES DES FOURNEAUX						POIDS TOTAL EXPLOSIF	L'ENERGIE EN CH ⁴	VALEUR DU RAPPORT O ₂ /N ₂	DEGRÉ HYGROM ET TEMPÉRATURE
		I	II	III	IV	V	VI				
Flammivore V bis	2	L	0,54	1,05	0,6	0,82			7,75	Ce chiffre n'est indiqué que pour les mélanges vivifiés par une addition d'oxygène.	90 %
		C	400	800	400	600		2200			
	3	L	1,16	1,1	1,0	0,85			9 %		92 %
		C	900	900	800	700		3300			
	4	L	1,13	1,12					8 %		
C		1000	1000				2000				
9	L	1,94	1,72	1,7	1,86			11,8	0,252	86 % 12°	
	C	1500	900	500	1600	4 trous de déchaussement	4500				
15	L	1,06	1,13	1,4	1,25			12,4	0,256	90 % 11°	
	D	0,3	0,5	0,5	0,5						
	C	800	800	1000	1000		3600				
Mata-ignite V	16	L	1,18	1,06					10,5	0,258	90 % 12°
		C	700	600	2 trous de déchaussement			1300			
Nitro-Bacelite III	5	L	1,10	1,14					7,25		82 % 13,5°
		D	0,27	0,3							
		C	800	900				1700			
Alkalite II	6	L	1,18	1,05					8,75		90 % 12,5°
		D	0,39	0,35							
		C	900	800				1700			
Centralite R	8	L	1,15	1,18	1,2	1,1			8,75		90 % 13°
		D	0,39	0,29	0,32	0,42					
		C	1000	1100	1000	900		4000			
Centralite R	12	L	1,17	0,97					10,75	0,258	90 % 13°
		Deux trous de bouchons forés au fond d'une excavation de 1 m. 500 de profondeur, limitée latéralement par 2 parois verticales distantes de 0 m. 500									
Centralite R	13	L	1,9	1,95	1,94	1,74			8 %	0,277	90 % 13°
		D	0,55	0,55	0,3	0,4					
		C	1700	1700	1700	1600		6700			

DÉSIGNATION DE L'EXPLOSIF	N° DU TIR	CARACTÉRISTIQUES DES FOURNEAUX						POIDS TOTAL EXPLOSIF	TENEUR EN CH ⁴	VALEUR DU RAPPORT O/N ^o	DEGRÉ HYGROM ET TEMPÉRATURE
		I	II	III	IV	V	VI				
Sabulite B bis	10	L	1,3	1,8	1,65	1,78	0,82	6100	10 %	0,257	90 % 12,5°
		D	0,27	0,6	0,65	0,3	0,4				
		C	900	1600	1400	1600	600				
Favier n° 5 anti-grisou	11	L	1,75	1,8	2 trous de bouchons			2900	10,7	0,261	80 % 13°
		C	1350	1550							
	18	L	1,0	0,98	0,98	0,98	0,85				
	D	0,3	0,55	0,60	0,59	0,32	0,22				
	C	800	800	800	800	700	500	4400			
Matagnite VI	7	L	0,70	1,08	1,67	1,05		2800	9,75		90 % 12° 1)
		D	0,27	0,4	0,47	0,32					
		C	500	800	700	800					
Alkalite II (modifié)	14	L	0,85	1,1	1,03			2000	12,2	0,264	90 % 12,5° (2)
		D	1,0	0,4	0,2						
		C	500	700	800						
Explosif « A » de Baelen	19	L	0,9	1,25	1,0			2600	10,5	0,284	90 % 11,5° (3)
		D	0,55	0,7	0,47						
		C	800	1000	800						
Explosif « B » de Baelen	20	L	2,0	2,05	2 trous de bouchons convergents			3100	9,75	0,266	90 % 11,5° (4)
		C	1500	1600							
Explosif « C » de Baelen	17	L	0,94	1,05	1,12			2850	11,75	0,265	90 % 12,5° (5)
		D	0,3	0,3	0,23						
		C	850	850	1100						

Observations.

- (1) Deux charges de 900 grammes tirées au mortier simultanément enflamment le grisou naturel.
- (2) 900 grammes tirés au mortier enflamment le grisou vivifié par une addition d'oxygène.
- (3) 300 grammes tirés au mortier enflamment le grisou oxygéné.
- (4) 400 grammes tirés au mortier enflamment le grisou oxygéné.
- (5) 500 grammes tirés au mortier enflamment le grisou oxygéné.

*Expériences de tir simultané réalisées en 1931
à la galerie n° 2 du Bois de Colfontaine.*

DÉSIGNATION DE L'EXPLOSIF	N° DU TIR	CARACTÉRISTIQUES DES FOURNEAUX							POIDS TOTAL EXPLOSIFS	SECTION DE LA CHAMBRE EN M ²	TENEUR EN CH ⁴	
		I	I	III	IV	V	VI	VII				
Flammivore V bis et Centralite	1	L	0,95	0,95	0,67	0,95	1,2	1,2	1,1	5400	2,72	7,5
		C	800	700	700	600	900	900	800			
	7 trous horizontaux en ferme. Valeur du rapport O/N = 0,249. Degré hygrométrique et température : 90 % et 13°.											
	2	L	1,24	1,26	1,05	1,25	1,14			4500	2,9	7,0
		C	1300	900	500	900	800					
5 trous horizontaux en ferme. Valeur du rapport O/N : 0,253. Degré hygrométrique et température : 90 % et 13°.												
3	L	1,30							1050	2,8	11,25	
	C	1050										
1 trou horizontal en ferme. Valeur du rapport O/N : 0,252. Degré hygrométrique et température : 100 % et 13,5°.												
4	L	0,60	1,05	1,05	1,0	1,0	1,05		3100	2,56	10,5	
	D	0,5	en ferme	0,17	en ferme	0,40						
	C	300	800	700	700	700						
(x) 6 cartouches seulement ont sauté. Le fourneau IV resté intact sur 0m80 de longueur. La charge a fait vraisemblablement canon. Valeur du rapport O/N : 0,275. Degré hygrométrique et température : 100 % et 16°.												
5	L	1,00	1,30	1,30	1,2	1,07			5900	1,8	11,75	
	C	600	900	850	850	700						
Terrains très durs, trous secs. Les fourneaux III et V ont laissé des culots élargis au diamètre de 8 centimètres, le premier ayant 0m400 de longueur et le second 0m180 Valeur du rapport O/N : 0,244. Degré hygrométrique et température : 95 % et 15°.												

Expériences faites à Monceau-Fontaine.

Ces essais font partie de tout un programme visant l'utilisation pratique des explosifs.

En ce qui concerne le tir simultané, il vise notamment à comparer, au point de vue technique et économique, le tir simultané au tir par mines isolées successives dans le coupage des voies d'exploitation. Il s'agissait, en l'espèce, d'une voie chassée en ferme dans une veinette inexploitable pour gagner l'extrémité du champ d'exploitation d'un groupe de couches. Cette galerie a atteint son but avant que l'on ait pu recueillir l'ensemble de faits voulus.

L'usage du tir simultané n'a donné lieu à aucune remarque du point de vue de la sécurité.

Lorsque l'on procède par longs avancements (mines de 2,40 à 2,50 m.) on constate que le tir simultané donne une consommation plus grande (environ 7 à 8 %) d'explosif que le tir par mines successives. De plus, on a fréquemment des culots de 20 à 30 centimètres et l'on obtient des blocs volumineux difficiles à morceler.

Lorsque l'on réduit la longueur des mines à 1^m,60-1^m,70, la consommation d'explosif par mètre courant est moindre dans le tir simultané, les culots disparaissent et la fragmentation des blocs devient normale.

Ces expériences montrent qu'il faut une adaptation du travail, lorsque l'on passe du tir successif au tir simultané.

Tirs simultanés effectués dans certaines mines à dégagements instantanés de grisou dans la méthode par tirs à l'ébranlement.

Ces tirs sont pratiqués en Belgique, par quelques mines seulement, en vertu d'une dérogation au règlement accordée facilement moyennant l'obligation d'opérer les

tirs en l'absence de tout personnel, soit de la surface, soit de l'accrochage ou d'un abri spécial où le boute-feu et ses aides sont en sécurité.

Ces tirs (fig. 8) sont effectués principalement aux coupures A, B, C des voies (aux devantures) et à proximité des dérangements, points reconnus par l'expérience comme spécialement dangereux au point de vue des dégagements.

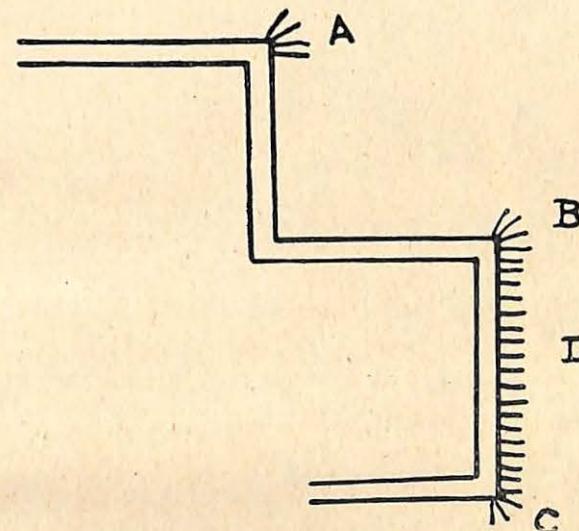


Fig. 8. — Schéma de tir à l'ébranlement.

Dans certains cas, le minage s'étend à tout un front de taille comme indiqué en D au croquis : alors la volée comporte un beaucoup plus grand nombre de coups.

Je donnerai, comme exemple, les renseignements qui m'ont été obligeamment fournis par une mine du Bassin de Charleroi (Marcinelle-Nord, Siège Fiestaux) et une du Bassin de Mons (Produits, Siège Nord du Rieu du Cœur).

MARCINELLE-NORD.

Année.	Nombre de tirs.	Nombre maxim. de mines par volée.	Nombre moyen de mines par volée.
1922	141	42	20
1923	687	48	27
1924	521	45	26
1925	870	30	15
1926	521	20	10
1927	266	39	10
1928	418	26	10
1929	486	33	17
1930	303	25	11
1931 (jusqu'au 1 ^{er} juillet)	405	27	10

PRODUITS.

1923 à 1926	2.900 environ	25 à 30
1929	65	6 à 8
1930-1931	216	6 à 10

Il ne faut pas confondre ces tirs à l'ébranlement avec les tirs de coupage des voies, mais il était intéressant de les noter en passant, pour montrer une application spéciale du tir simultané.

Ces tirs ont déjà provoqué de nombreux dégagements instantanés de grisou sans inflammation.

Conclusion.

Les divers résultats que nous venons d'exposer permettent de conclure provisoirement que le tir simultané ne présente pas le danger caractérisé que permettait de supposer le fait de la diminution de la charge-limite, lorsque l'on opère en galerie de section réduite.

Ils justifient en tout cas l'essai du tir simultané par voie de dérogations permettant de compléter nos expériences.

En fait, diverses dérogations ont été accordées, mais la Direction locale des Mines a imposé parfois des conditions dont la charge dépassait l'avantage à résulter du

tir simultané et ces dérogations ont été abandonnées par les bénéficiaires.

Elles n'ont donné lieu à aucune remarque défavorable à la sécurité.

Bien entendu, dans le tir simultané, il y a diverses précautions à observer. Rappelons-les succinctement :

- 1° seul le tir électrique est à envisager, puisqu'il est le seul à pouvoir réaliser la simultanéité;
- 2° le branchement des coups de mines en série sur un circuit unique est le plus recommandable, vu la simplicité des connexions : toute erreur dans l'établissement du circuit est impossible pour un personnel un tant soit peu soigneux (1);
- 3° les amorces électriques doivent être soigneusement triées, de façon à n'utiliser, sur un circuit donné, que des éléments de même résistance ohmique, dans lesquels, par conséquent, la même quantité de chaleur sera dégagée dans le même temps.

En Belgique, le règlement impose au fabricant de classer toutes les amorces qu'il fournit en paquets ne contenant que des pièces de même résistance, indiquée sur le paquet (par ex.: 1,4 à 1,5 ohm). Ceci impose donc des amorces à basse tension, à fil de platine.

Les charbonnages ont une petite installation pour vérifier périodiquement les chiffres donnés par le fabricant.

Pour les tirs en grandes séries, les usagers ont été jusqu'à demander (Marcinelle-Nord) des détonateurs classés par résistance ne différant pas de plus de deux centièmes d'ohm.

(1) Ceci s'applique spécialement au branchement des mines d'un coupage de voies ou d'un front unique de tir. Lorsqu'il s'agit de tirer simultanément des volées en divers fronts de tir, la disposition en séries-parallèles s'impose (exemple dans les mines du Gard où l'on procède de la surface à un seul tir de tous les fronts).

Avec ces amorces soigneusement triées, les ratés sont extrêmement rares.

Il s'en produit cependant encore, parce que la résistance ohmique n'est pas le seul facteur; par exemple, une légère différence dans le taux d'humidité contenue dans la poudre électrique, une anomalie dans la perle de collodion qui ferme généralement la douille de l'amorce, sous la poudre électrique — la chute de cette perle de collodion, sont des cas exceptionnels qui peuvent provoquer des ratés, malgré la même résistance ohmique enregistrée.

Le tir simultané impose un examen soigneux du front après le tir, pour déceler les ratés éventuels.

4° les explosifs doivent être puissants, l'expérience des travaux souterrains montre qu'ils perdent assez rapidement une partie de leur puissance; je signale comme règle moyenne de ne prendre qu'avec un coefficient de 0,5 l'indication, donnée par le fournisseur, du nombre de mines maximum que l'appareil est susceptible de faire partir simultanément, ceci pour tenir compte de l'usure des appareils et des conditions moins favorables des travaux du fond.

Ces explosifs doivent être construits de manière à ne lancer le courant dans le circuit de tir que lorsque ce courant a atteint son maximum : à ce moment, le rôle de l'intensité est prépondérant dans le facteur « $R i^2 d t$ » donnant l'échauffement des amorces et les faibles différences de résistance ne peuvent guère provoquer de ratés.

Il en serait tout autrement, si le courant passait dès le début dans le circuit de tir en croissant jusqu'à son intensité maximum : il y a grande chance de voir alors partir prématurément les amorces les plus résistantes.

5° les connexions doivent être bien soignées; ce point est plus important encore, naturellement, dans le tir simultané.

Une question se pose pour finir.

Comment expliquer les résultats de nos expériences, contradictoires à première vue avec celles, confirmées en divers pays, montrant le danger d'une réduction de la section pour tous les explosifs antigrisouteux.

Nous n'avons pas d'explication satisfaisante à donner.

A titre documentaire, je signalerai celle donnée par M. Segay, un fabricant d'explosifs de Belgique :

« ...dans le tir normal, la partie la plus dangereuse de la
» flamme est la partie centrale, dans l'axe du canon, qui
» pénètre plus ou moins sous forme de dard dans
» l'atmosphère; c'est ce qui explique qu'Audibert ait pu
» produire des extinctions par l'interposition d'un écran
» d'un diamètre donné, placé à une distance déterminée.

» Dans ces conditions, il n'est pas surprenant que
» chaque flamme soit dangereuse individuellement pour
» son compte, la chance d'inflammation étant condi-
» tionnée par le phénomène qui se passe au bout de cha-
» que flamme. Ceci est le cas du tir dans la galerie
» d'essais ou dans la galerie de mine de section normale,
» lorsque par conséquent les jets de gaz ne sont pas assez
» rapprochés pour réagir l'un sur l'autre ou sur les
» parois.

» Par contre, lorsque l'on adopte des sections de plus
» en plus réduites, il est vraisemblable qu'une autre
» cause d'inflammation intervient et qui peut devenir
» prépondérante, c'est l'échauffement produit par le
» choc et le frottement des gaz de l'explosion contre les
» parois, ce qui les amène à une température élevée,
» accélératrice des réactions.

» Cela a été montré entr'autre dans les photographies
 » faites par Lemaire, lorsqu'au lieu de placer le canon,
 » l'axe montant légèrement vers le sommet de la galerie,
 » il le plaçait de façon que cet axe coupe les parois à
 » faible distance; il obtenait, dans ce cas, de grandes
 » zones à très forte intensité lumineuse au contact de la
 » paroi, avec des explosifs qui, dans le tir ordinaire, ne
 » donnaient qu'une flamme à peine visible. Il semble
 » que, dans ce cas, la partie la plus dangereuse n'est plus
 » la partie centrale de la flamme et c'est ce qui explique
 » qu'en petites sections, tous les explosifs allument beau-
 » coup plus facilement et d'autant plus qu'ils contien-
 » nent de gaz combustibles capables de s'allumer. »

Cette explication ne satisfait pas entièrement l'esprit. Nous ne connaissons pas encore avec certitude le mécanisme d'inflammation du grisou par les explosifs.

Dans les galeries d'essais, on observe assez souvent des inflammations retardées, qui n'ont pas été amorcées par le dard de la flamme, mais en arrière de celle-ci.

On peut imaginer aussi que le tir simultané, dégorgeant un plus grand volume de gaz, refoule l'atmosphère de la galerie sans assurer le mélange intime préalable de l'inflammation. Mais il resterait à expliquer pourquoi, au contact de l'atmosphère refoulée et des gaz de l'explosion, il n'y a pas d'inflammation. La détente des gaz de l'explosion les refroidit, mais en transférant cette chaleur par compression à l'atmosphère refoulée.

En fait, si nous sommes bien informés, seules la Grande-Bretagne et la Belgique ont maintenu la prohibition du tir simultané.

Il n'est pas à notre connaissance que, dans les pays où

il est autorisé, le tir simultané ait été la cause déterminante d'accidents de grisou ou de poussières (1).

Pour le moment, d'accord avec mon collègue M. Desenfans, Directeur du 4^e arrondissement des Mines, qui a donné les dérogations voulues, des expériences méthodiques sur le tir simultané se poursuivent dans un chantier choisi du charbonnage de Marcinelle : le programme vise la comparaison du tir successif réglementaire avec le tir simultané englobant progressivement : 1^o les mines d'un seul coupage; 2^o les mines des voies et fausses voies de toute une taille; 3^o les mines de tout un chantier.

c) Influence du diamètre du mortier et de la position de la charge dans le mortier.

La réception des mortiers commandés à la Société Cockerill nous a permis de vérifier, sur les explosifs S.G.P. belges, l'influence de ces deux facteurs.

(1) La substance de la présente note a été présentée en juillet 1931 à la Réunion Internationale des Stations d'essais, à Buxton (Grande-Bretagne).

La discussion qui a suivi n'a pas manqué d'intérêt. M. Audibert a déclaré qu'en France, on n'avait jamais prohibé le tir simultané électrique et qu'en présence des essais faits à l'Institut National des Mines, cette façon de voir, qui avait été admise à priori, semblait justifiée.

M. Beyling a été d'avis que le tir simultané électrique était probablement plus sûr que le tir successif.

Les essais en section réduite dans les galeries d'essai ont été faits dans des sections très petites en passant directement de la section normale de 2 mètres carrés des galeries d'essai à celle d'un tube d'un demi-mètre carré ou moins.

MM. Audibert et Beyling ont dit que le tir simultané n'a donné lieu à aucune remarque défavorable à la sécurité dans leurs deux pays.

Le Docteur Payman a dit que le règlement britannique interdit le tir simultané en se basant sur d'autres considérations que la Belgique : la crainte de ratés plus nombreux et de coups surchargés qui lui paraissent inévitables dans le tir simultané.

M. Wynne, H. M. Deputy Chief Inspector of Mines, se déclare partisan d'un tir simultané réduit, en limitant le nombre de coups.

Tel fut aussi l'avis de M. Rice, Ingénieur en chef des Mines au Bureau des Mines américain.

Nos essais ont porté sur trois mortiers différents :

- 1° le mortier normal de nos essais, 55 m/m de diamètre, profondeur 525 m/m;
- 2° un mortier de 40 m/m de diam., profond. 950 m/m;
- 3° un mortier de 30 m/m de diam., profond. 1140 m/m.

Dans le second de ces mortiers, où l'on doit disposer les cartouches en une seule file, on ne peut — sauf pour les explosifs à très forte densité — atteindre des charges de 900 grammes.

Nous avons essayé cinq des principaux explosifs S.G.P. à toutes les charges, de 100 en 100 grammes, enfoncées dans le fond du fourneau jusqu'à remplir entièrement celui-ci.

Nous n'avons eu aucune inflammation.

Ci-dessous figurent les résultats des tirs aux mortiers de 40 et 30 m/m. — Nous donnons également, à titre de comparaison, ceux obtenus avec le mortier de 55 m/m.

On verra qu'avec nos explosifs, la diminution du diamètre du mortier, même combiné avec la présence d'un vide antérieur à la charge, n'affecte pas sensiblement la valeur de la charge-limite établie par les tirs au mortier de 55 millimètres.

Il est assez curieux de constater qu'aucun des tirs réalisés dans les mortiers de 30 et 40 millimètres n'a donné lieu à inflammation.

Pour pouvoir conclure, il faudrait compléter nos essais en utilisant des mortiers plus longs encore, ayant un fourneau utile de 1.200 à 1.400 millimètres de longueur. Notre intention est d'effectuer ces tirs complémentaires.

Désignation de l'explosif	N° du tir	Charge en gr.	POSITION DE LA CHARGE.		Teneur en CH ⁴	Rapport O/N.	Résultats inflam. pas inflam. × ○	
Essais au mortier de 40 m/m								
Flammivore V bis	296	100	Charge poussée au fond du mortier, vide antérieur		82 cm.	9,25	0,257	○
	297	200	Id.		68 cm.	8,5	0,257	○
	283	300	Id.		53 cm.	9,0	0,260	○
	300	400	Id.		39 cm.	8,75	0,260	○
	301	500	Id.		27,5 cm.	9,00	0,260	○
	302	600	Id.		13,5 cm.	8,75	0,260	○
	282	700	Charge poussée au fond et affleurant l'orifice			8,25	0,260	○
	305	645	Charge poussée jusqu'à obtention d'un vide de 10 cm.			9,5	0,260	○
	Centralite R	292	100	Charge poussée au fond du fourneau, vide antérieur		82 cm.	8,25	0,257
293		195	Id.		69,5 cm.	8,0	0,257	○
284		300	Id.		55 cm.	8,75	0,260	○
294		390	Id.		45 cm.	8,0	0,257	○
295		490	Id.		33 cm.	9,0	0,257	○
286		600	Id.		16 cm.	8,5	0,259	○
285		700	Id.		4,5 cm.	9,25	0,259	○
Triamite	290	340	Id.		39 cm.	9,25	0,256	○
	287	900	Charge poussée au fond du fourneau et affleurant l'orifice			9,25	0,259	○
	289	900	Id.			9,00	0,256	○
	338	270	Charge poussée au fond du fourneau, vide antérieur		86 cm.	9,00		○
	339	185	Id.		79 cm.	8,75		○
	340	366	Id.		61 cm.	9,25	0,269	○
341	555	Id.		40 cm.	9,00	»	○	
Alkalite II	331	190	Id.		82 cm.	10,00		○
	332	200	Id.		69 cm.	9,25		○
	333	300	Id.		57 cm.	9,00		○
	334	400	Id.		45 cm.	9,5		○
	335	500	Id.		32 cm.	9,5		○
	336	600	Id.		20 cm.	9,0		○
337	800	Id. : pas de vide antérieur			9,25		○	

Désignation de l'explosif	No du tir	Charge en gr.	POSITION DE LA CHARGE.	Teneur en CH ⁴	Rapport O/N.	Résultats inflam. × pas inflam. ○
Explosif Cu-F de la Sté Coopral	356	200	Charge poussée au fond du mortier, vide antérieur 67 cm.	9,5	0,260	○
	357	400	Id. 42 cm.	9,0	0,259	○
	358	665	Id. 12 cm.	9,0	0,259	○
	359	705	Id. : pas de vide antérieur	9,0	0,259	○
L'explosif Cu-F n'enflamme pas dans le mortier de 55 mm. à la charge de 900 gr.						
Favier n° 6	409	800	Charge poussée au fond du mortier, vide antérieur 35 mm.	9,0	0,269	○
	411	900	Id. : pas de vide antér. (charge comprim.)	9,5	0,269	○
Essais au mortier de 55 m/m						
Flammivore V bis	303	600	Charge poussée jusqu'à obtention d'un vide de 13,5 cm.	8,75	0,260	○
	304	700	Charge poussée au fond du fourneau, vide antérieur 10 cm.	9,5	0,260	×
	306	645	Charge poussée jusqu'à obtention d'un vide de 10 cm.	9,5	0,260	○
Centralite R	288	800	Cartouches disposées 3-3-2, charge affleurant l'orifice (chargement normal)	9,75	0,256	×
	307	690	Charge poussée jusqu'à obtention d'un vide de 4,5 cm.	9,5	0,260	○
Favier n° 6	410	800	Pas de vide antérieur	9,25		○
	412	850	Id.	9,00		○
	413	800	Id.	9,25		○

Désignation de l'explosif	No du tir	Charge en gr.	POSITION DE LA CHARGE.	Teneur en CH ⁴	Rapport O/N.	Résultats inflam. × pas inflam. ○
Essais au mortier de 30 m/m						
Centralite R	364	300	Vide antérieur 3 cm.	8,25		○
	366	400	Pas de vide antérieur	9,5	0,244	○
	367	600	Id.	9,00	0,261	○
	368	800	Id.	9,25		○
	369	100	Charge poussée au fond du fourneau, vide antérieur 98 cm.	9,00		○
	370	200	Id. 86 cm.	9,00		○
	371	300	Id. 73 cm.	9,00		○
	372	400	Id. 63 cm.	8,75		○
	373	500	Id. 54 cm.	9,25	0,262	○
	374	600	Id. 39 cm.	9,00	»	○
375	700	Id. 23 cm.	9,00	»	○	
Flammivore V bis	380	900	Pas de vide antérieur	9,00	0,262	○
	382	100	Charge poussée au fond du fourneau, vide antérieur 99 cm.	9,00	0,264	○
	383	200	Id. 86 cm.	9,25	»	○
	384	300	Id. 72 cm.	8,5	»	○
	385	400	Id. 58 cm.	9,5	»	○
386	500	Id. 45 cm.	9,25	»	○	
Alkalite II	381	900	Pas de vide antérieur	9,00	»	○
Triamite	392	200	Vide antérieur 21 cm.	9,00	»	○ (1)
	392	300	Id. 2 cm.	9,25	»	○ (2)
Flammivore V bis	407	500	Id. 4 cm.	9,00	0,269	○ (3)
Flavier n° 6	408	650	Id. 1 cm.	9,25	»	○ (4)

(1) La longueur du fourneau a été réduite à 44 cm. par introduction d'argile.

(2) La longueur du fourneau a été réduite à 40 cm. par introduction d'argile.

(3) Fourneau réduit à 70 cm. par introduction d'argile.

(4) Fourneau réduit à 72 cm. par introduction d'argile.

d) Composition de l'air de nos charbonnages.

Nous signalerons cette recherche à l'occasion des explosifs. Le but était, en effet, de voir quel est le rapport de l'oxygène à l'azote dans l'air du fond.

En effet, il est difficile, lorsque nous ajoutons de l'oxygène pour vivifier notre grisou, de régler exactement l'addition de manière à reproduire un rapport fixe de l'oxygène à l'azote. D'autre part, dès que nous dépassons un tant soit peu le rapport normal 0,264 de l'air pur, nous créons des conditions beaucoup plus dures que la réalité. Enfin, il faut observer que, dans le fond, il existe des raisons de diminution de l'oxygène et non des causes d'augmentation.

Nous avons donc prélevé, dans des charbonnages du Borinage et de Charleroi, des échantillons d'air à différents stades de son parcours dans le fond.

Les analyses montrent que la teneur en oxygène va en diminuant avec le parcours effectué et que le rapport moyen de l'oxygène à l'azote ne dépasse pas 0,260. Il descend même, dans les chantiers et retours d'air, à 0,255.

Voici trois séries d'analyses qui peuvent présenter un certain intérêt, sur l'air de charbonnages grisouteux du Borinage et de Charleroi, à grande profondeur.

PREMIERE SERIE : BORINAGE.

	CO ²	O ²	CH ⁴	N ²	Rapp. O/N
Entrée d'air génér. à 1.150 m.	0,23	20,68	—	79,09	0,2615
Entrée d'air voie d'un chantier.	0,22	20,57	—	79,21	0,260
Voie retour d'air de ce chantier à 1.100 m.	0,09	20,07	1,25	78,59	0,258
Le même courant, à un nouveau de recoupe	0,05	20,26	1,15	78,54	0,258
Retour général de 1.100 m., près des puits	0,47	20,03	1,00	78,50	0,255
Galerie du ventilateur	0,16	20,30	1,00	78,54	0,257

DEUXIEME SERIE : CHARLEROI.

	CO ²	O ²	CH ⁴	N ²	Rapp. O/N
Entrée d'air générale à 975 m.	0,10	20,60	—	79,30	0,260
Voie d'entrée d'un chantier à 975 m.	0,09	20,54	—	79,37	0,259
Voie intermédiaire dans le chantier	0,33	19,91	1,50	78,26	0,254
Voie retour d'air du chantier à 907 m.	0,10	19,95	1,42	78,53	0,254
Bouveau de retour d'air à 835 m.	0,38	20,37	1,62	77,63	0,26
Retour général à 835 m.	0,25	20,47	0,72	78,56	0,2605

TROISIEME SERIE : CHARLEROI.

	CO ²	O ²	CH ⁴	N ²	Rapp. O/N
Entrée d'air générale à 975 m.	0,09	20,71	—	79,20	0,2605
Voie d'entrée d'un chantier à 975 m.	0,09	20,55	—	79,36	0,259
Voie intermédiaire dans le chantier	0,33	19,89	1,20	78,58	0,253
Voie retour d'air à 907 m.	0,21	19,95	1,81	78,03	0,256
Bouveau retour d'air à 835 m.	0,22	20,35	1,57	77,86	0,261
Retour général à 835 m.	0,27	20,14	1,00	78,59	0,256

Ces essais ne sont pas assez nombreux pour que l'on puisse en déduire autre chose que des indications générales. On voit d'ailleurs que le jeu des courts-circuits d'air frais qui rentrent dans le courant de retour général au fur et à mesure que l'on se rapproche des puits, modifie les teneurs constatées immédiatement près des fronts : notamment la teneur en grisou, qui a son maximum à proximité des chantiers, décroît ensuite en se rapprochant du retour d'air général.

e) Pressions mises en cause dans le tir au mortier.

Nous avons vérifié si des indications utiles ne pourraient nous être données par la recherche des pressions engendrées, mesurées à l'aide de cylindres crushers en cuivre utilisés pour relever les pressions dans les armes.

Nous avons dû abandonner — après 29 tirs — tout espoir de pouvoir utiliser ce critérium : 1° à cause des fortes pressions mises en jeu; 2° à cause de la grande variabilité des résultats, due vraisemblablement à la prépondérance des effets dynamiques.

f) Expériences de Monceau-Fontaine

Ces expériences ont pris fin au cours de 1931, à cause de l'achèvement de la galerie où elles étaient poursuivies. Elles n'ont pu clôturer complètement le programme que nous nous étions assigné, mais elles ont en tout cas établi les points suivants :

- 1° les explosifs gainés ne présentent aucune infériorité comme puissance, rendement et prix de revient dans les conditions habituelles de coupages de voie;
- 2° une compression légère de la charge explosive assure un meilleur rendement. La note de M. Lefèvre, qui figure en annexe I donne un compte rendu de ces expériences de minage.

2) TRAVAUX SUR LES LAMPES

a) Les grisoumètres.

Au cours de l'année, nous avons continué l'étude du grisoumètre Dalloz-Arras, mais les remarques communiquées au constructeur sont restées sans suite, ce qui fait que les expériences n'ont pu être terminées.

La lampe grisoumétrique Grard a fait l'objet d'une nouvelle série d'essais, diverses modifications ayant été apportées aux dimensions et au dispositif de prélèvement de l'air par le haut. Nos essais ont montré que le supplément de sécurité apporté par la présence de quatre tamis concentriques au lieu de deux est faible; il est d'ailleurs impossible d'examiner les tamis intermédiaires. Il semble indiqué de s'en tenir aux deux tamis habituels.

Ces conclusions ayant été portées à la connaissance de l'inventeur, celui-ci a imaginé une disposition des tamis telle que les toiles se déboîtent deux par deux, en deux pièces, ce qui rend donc accessible chacune des toiles. Le

temps nous a fait défaut pour terminer l'épreuve de ce nouveau dispositif.

Le grisoumètre interférentiel de Zeiss est suffisamment connu pour que nous nous contentions d'en donner un schéma, avec légende explicative, extrait d'une brochure du constructeur (fig. 9).

L'appareil se porte au cou, à l'aide de courroies qui l'adaptent au corps. Il pèse 7 kilos environ. Les deux

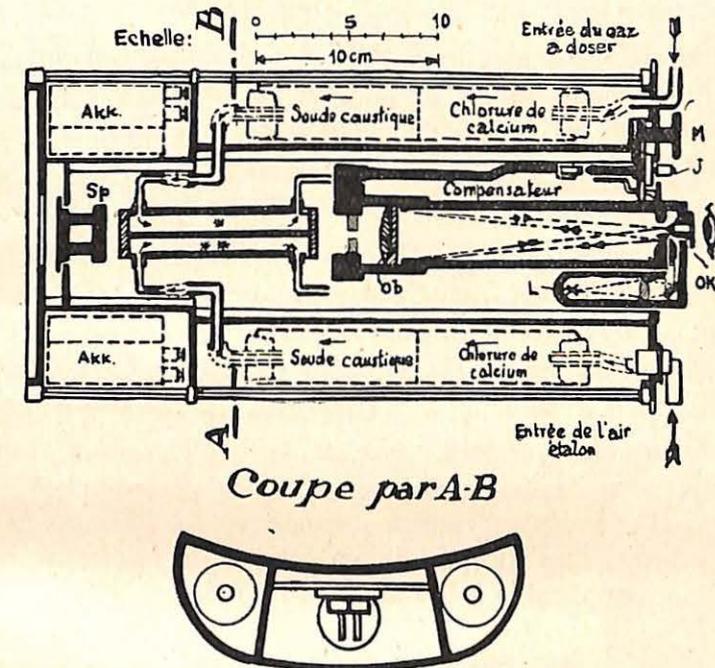


Fig. 9. — Grisoumètre interférentiel de Zeiss.

Abréviations. — Akk, accumulateur; Sp, miroir; M, vis de mesure; J, disque gradué; Ok, oculaire de la lunette; Ob, objectif; L, lampe.

La lumière de la lampe L, alimentée par l'accumulateur Akk, est dirigée par le condensateur, le réflecteur et le prisme sur la fente, traverse l'objectif Ob, la chambre à air et à gaz, est réfléchi sur le grand miroir Sp et revient en arrière.

Le phénomène d'interférence se produit dans le champ de l'oculaire Ok. Le compensateur est actionné au moyen du bouton M. Son disque gradué J est divisé en 1/10 % de CH⁴.

On lit donc directement la quantité de grisou contenue dans l'air de la mine.

spectres d'interférences donnés par les deux gaz remplissant les deux chambres de l'appareil peuvent être ramenés en face l'un de l'autre, en agissant sur un compensateur optique à l'aide d'une vis graduée. Le nombre de graduations dont il faut mouvoir la vis indique le pourcentage de grisou en millièmes.

On verra en annexe que l'appareil s'est montré très précis pour des teneurs en grisou variant de 0.89 à 22,33 %.

L'appareil permet donc, dans l'atmosphère de la mine, de lire directement en un point quelconque des travaux, la teneur en grisou à moins d'un dixième pour cent près.

Nous avons cru pouvoir l'utiliser dans nos essais en galerie, pour la détermination simultanée du méthane et de l'oxygène (ou du méthane et de l'azote) mais nous avons dû renoncer à cet espoir qui aurait simplifié beaucoup nos méthodes actuelles d'analyse. Nous croyons utile de donner en annexe II une note de MM. Van Oudenhove et Nenquin, résumant leurs travaux.

Mentionnons encore, pour mémoire, l'examen d'un *grisoumètre Zeehandelaar*, reproduction périodique d'un appareil conçu par des gens étrangers à l'art des mines : il utilisait une propriété catalytique de la mousse de platine inapplicable à la détection du méthane (1).

b) Essais sur diverses lampes.

Des essais ont été faits également, à la demande de l'Administration des Mines, sur trois lampes saisies dans des charbonnages. — C'est à l'occasion de ces saisies qu'une étude intéressante a été faite à la suite d'un inci-

(1) L'inventeur avait fait quelques essais sur du gaz d'éclairage, dont les propriétés sont entièrement différentes. Il perdait de plus de vue les nombreuses causes d'échauffement qui, dans une mine, auraient fait fonctionner intempestivement son appareil.

dent survenu dans un charbonnage du pays de Liège, à proximité de travaux dégageant du grisou.

A un moment donné, une lampe à benzine qui se trouvait à proximité d'une fuite d'air comprimé, avait eu ses toiles portées au rouge et l'on avait émis l'hypothèse que le jet d'air comprimé avait pu provoquer ce résultat.

Les essais très minutieux qui ont été exécutés ont montré que les toiles ne pouvaient rougir, quelle que soit la vitesse du courant d'air, que si la teneur en grisou est de 5,8 % au moins.

Dans le cas dont il s'agit, d'ailleurs, la forte teneur en grisou avait été amenée dans la lampe par une chasse d'air comprimé faite à quelques mètres de là, pour déloger une accumulation locale de grisou, pratique condamnée maintes fois déjà.

c) Améliorations agréées.

Les efforts tentés pour améliorer l'éclairage souterrain, ont amené la présentation et l'agrération :

1° d'une lampe Lemaire-Nife 35 alcaline, présentée par la Société Belge d'Applications électriques à La Bouverie : voltage 2,6 ; courant : 1,5 à 1,75 ampère ; pouvoir lumineux : variant de 1,95 à 1,75 unité Heffner de la première à la huitième heure de service.

Une autre lampe de la même usine, Lemaire n° 30, a été agréée ; c'est la modification d'un type déjà autorisé : Accus au plomb ; voltage : 2 volts ; pouvoir lumineux : 0,66 à 0,52 unité Heffner de la première à la huitième heure de service ;

2° d'un verre sphéro-lenticulaire, pour lampe électrique, présenté par la Société d'Eclairage minier et d'Outillage industriel de Loncin. Ce dispositif assure

une meilleure répartition des rayons lumineux : la paroi interne de ce globe est cylindrique et striée pour briser le rayon lumineux; la paroi externe est sphérique, ce qui donne au verre la propriété de la lentille.

3) LES APPAREILS ELECTRIQUES ANTIDÉFLAGRANTS

Au cours de l'exercice, nous avons eu à examiner 37 appareils présentés à l'agrément. Ils se décomposent comme suit :

2 moteurs; 2 transformateurs; 10 rhéostats ou appareils divers (controllers, disjoncteurs, etc.); 2 électros de frein; 3 postes téléphoniques dont un avec laryngophone; un appareil de signalisation; une armature pour lampe à poste fixe: 16 haveuses, dont la plupart étaient des types anciens, modifiés pour satisfaire aux prescriptions en vigueur.

Deux coffrets pour batteries d'accus de locomotives, ont été étudiés sans être agréés; cette question, dont le rapport 1930 a déjà parlé, nous a le plus préoccupés.

Faut-il réaliser des coffres hermétiques, capables de résister à une explosion interne éventuelle, ou bien peut-on admettre des coffres ventilés, avec dispositifs de protection, tels que des empilages, empêchant la propagation vers l'extérieur, d'une explosion interne.

Ce qui complique la solution, c'est la présence d'hydrogène dans les gaz dégagés pendant la charge des accus et pendant un certain temps après celle-ci.

Il faut donc faire les essais en tenant compte de la présence d'un tel gaz à l'intérieur du coffre. Les empilages efficaces pour le grisou sont en défaut pour une flamme d'hydrogène.

Nous avons donc été amenés (voir en annexe III une note de M. l'Ingénieur Frupiat relatant ces essais) à rechercher s'il était possible de réaliser des empilages de lamelles arrêtant une flamme d'hydrogène. Les essais ont été longs et ont abouti à la conclusion qu'il faudrait des empilages de 70 millimètres de largeur, l'intervalle entre les lamelles étant de deux dixièmes de millimètre seulement.

L'énoncé de ces conditions laisse peu d'espoir d'aboutir dans cette voie, car la réalisation pratique d'empilages d'une telle précision d'exécution est problématique et il ne paraît pas possible de fonder la sécurité sur des appareils délicats.

Nous avons utilisé, pour ces études, le mélange d'hydrogène et d'air le plus dynamique, soit 30 % environ d'hydrogène.

Ces conditions ont peut-être été trop sévères : nous devons d'ailleurs opérer de la sorte, dans l'ignorance de données précises sur la qualité et la quantité de gaz dégagés par les batteries.

Nous avons entrepris, pour fixer ces points sur lesquels ne sont publiés que des renseignements très vagues et incomplets, des expériences ayant pour but de déterminer, qualitativement et quantitativement, les gaz que dégagent les batteries d'accumulateurs au plomb ou alcalines. Une batterie alcaline de traction au fer nickel a été mise à notre disposition par la Société Belge d'Applications électriques.

Les essais, dont le détail est donné dans la note annexée de M. l'Ingénieur Frupiat, ont montré que les gaz dégagés pendant la charge et pendant un temps notable après celle-ci, ont une teneur en hydrogène telle que les gaz sont inflammables.

Des essais analogues, faits sur une batterie au plomb donnent des résultats analogues.

Ces essais ne sont pas de nature à encourager la construction de coffres à accus ouverts.

4) LES DANGERS DES JETS D'AIR COMPRIME EN MILIEU GRISOUTEUX

Cette étude, dont les premiers résultats ont été publiés dans le rapport sur les travaux de 1930, a été poursuivie toute l'année.

Il nous paraît opportun de donner un aperçu d'ensemble de ces expériences.

Comme il a été exposé dans le rapport relatif aux travaux de 1930, les procédés d'expérimentation où intervenait seule l'énergie calorifique transportée par les particules solides soumises au frottement, ne nous avaient conduits qu'à des résultats négatifs.

En présence de cet insuccès, nous avons, dès le début de l'année 1931, abandonné la direction dans laquelle nous avons jusqu'alors poussé nos recherches, pour porter notre attention plus spécialement sur les phénomènes électrostatiques mis en jeu par les efforts de friction.

Matériel d'essai.

Nos expériences ont d'abord été réalisées à l'aide du matériel suivant :

- 1° un compresseur d'air capable d'un débit de 40 m³ à l'heure et actionné par un moteur électrique;
- 2° un réservoir pourvu d'une soupape de sûreté;
- 3° une conduite d'acier de 6,35 mètres de longueur et de 26 millimètres de diamètre intérieur, disposée comme il est indiqué à la fig. 10. Dans cette conduite, est inséré un té de dérivation *a* sur lequel

est fixé un tuyau vertical *b* de 1 mètre de longueur et 50 millimètres de diamètre. — Ce tuyau sert à introduire les matériaux (limaille de fer, rouille, sable, poussières de charbon, etc.), qui doivent être véhiculés par le jet d'air comprimé.

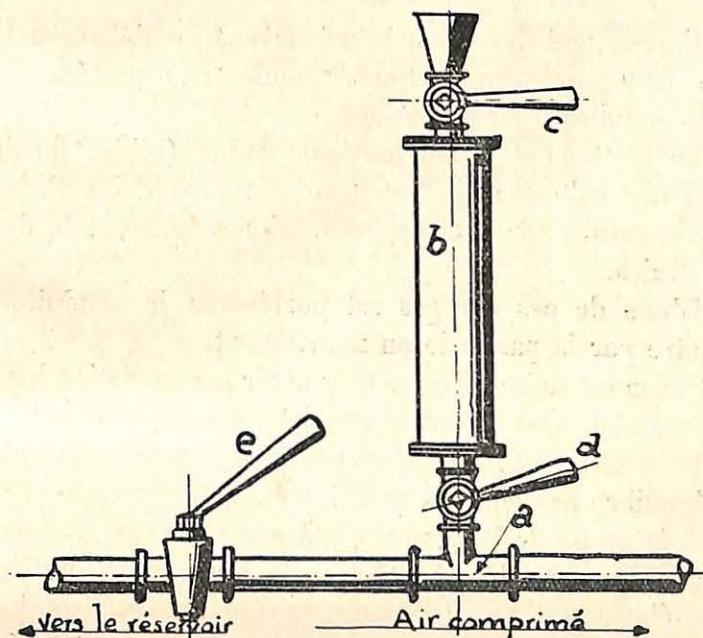


Fig. 10. — Première disposition utilisée pour introduire le sable dans le jet d'air comprimé.

Cette manœuvre est facilitée par les vannes *c* et *d*. Enfin, la vanne *e* permet de produire à volonté les chasses d'air dans la conduite. — La pression dans le réservoir variait de 4,5 à 5 kgs.

Rappelons d'abord que, lorsque l'air comprimé ne véhicule aucune particule solide, on n'enregistre aucune charge électrique avec le matériel dont nous faisons usage. Aucune étincelle n'est visible.

Dans nos expériences, les charges électriques ont été recueillies sur des corps plus ou moins conducteurs s'électrisant, par contact direct ou non, du fait des particules solides emportées par les chasses d'air comprimé.

Electrisation par contact direct.

Rappelons brièvement le mécanisme de l'électrisation par frottement des particules solides transportées dans les conduites d'air comprimé.

Le frottement d'une particule solide (sable, limaille ou autre matériau) à l'intérieur d'une conduite d'acier, fait apparaître deux charges électriques égales et de signe contraire.

L'une de ces charges est portée par la conduite et l'autre par la particule en mouvement.

Sur la conduite, il ne peut y avoir accumulation locale de grandes quantités d'électricité puisque, par suite de la présence d'une liaison avec le sol, une répartition d'équilibre des charges tend à s'établir.

A la sortie de la conduite, au contraire, se trouve un nuage de particules électrisées. — En vertu de l'attraction électrostatique, les charges présentent la disposition ci-dessous. (Nous supposons que les particules s'électrisent positivement et la conduite négativement.) (fig. 11.)

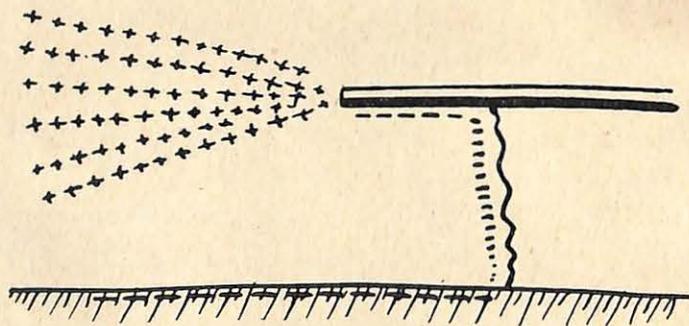


Fig. 11. — Schéma de formation d'un nuage de particules électriques.

On reconnaît dans ce schéma un condensateur comportant deux armatures chargées : le nuage et le sol, et un diélectrique : l'air. — Il existe une certaine différence de potentiel « V » entre le nuage et le sol.

Supposons maintenant, plongé dans le nuage électrisé, un corps conducteur isolé, séparé du sol par un diélectrique, par un bloc de paraffine par exemple. Ce corps va devenir un collecteur de charges au contact duquel les particules composant le nuage vont perdre une partie de leur charge. Encore une fois, nous aurons un condensateur formé de deux armatures : le collecteur et le sol et d'un diélectrique : la paraffine.

Le potentiel du collecteur va s'élever progressivement au fur et à mesure de l'apport des charges électriques, et ainsi jusqu'à une limite qui dépend des conditions d'isolement.

En mettant le collecteur en contact avec le sol, on provoque la neutralisation mutuelle de deux charges égales et de signe contraire, d'où apparition, sous forme d'étincelle, d'une certaine quantité d'énergie qui s'exprime en joules par la formule :

$$W \text{ (joules)} = \frac{C V^2}{2}$$

V = potentiel en volts du collecteur par rapport au sol.

C = capacité en farad du collecteur par rapport au sol.

Si l'on rattache au collecteur, un objet isolé du sol, on augmente la capacité du condensateur et, par là même, l'énergie mise en jeu lors de la décharge.

La tension maximum qui peut être atteinte est toujours conditionnée par l'isolement.

Le premier dispositif utilisé dans nos expériences, alors que l'air débouchait d'une tuyauterie d'acier mise à la terre, correspond au schéma ci-dessus (fig. 11).

Comme conducteur isolé, nous avons d'abord utilisé un disque en tôle galvanisée de 650 millimètres de diamètre porté par un support reposant sur des plaques de paraffine.

Lorsqu'on lance sur ce disque un jet d'air chargé de sable par exemple, on peut en tirer, à l'aide d'un fil conducteur en contact avec le sol, des étincelles bleuâtres qui dénotent l'accumulation sur le disque d'une certaine quantité d'électricité.

Ce premier fait ayant été mis en évidence, nous nous sommes appliqués à rechercher l'aptitude de ces étincelles à enflammer le grisou.

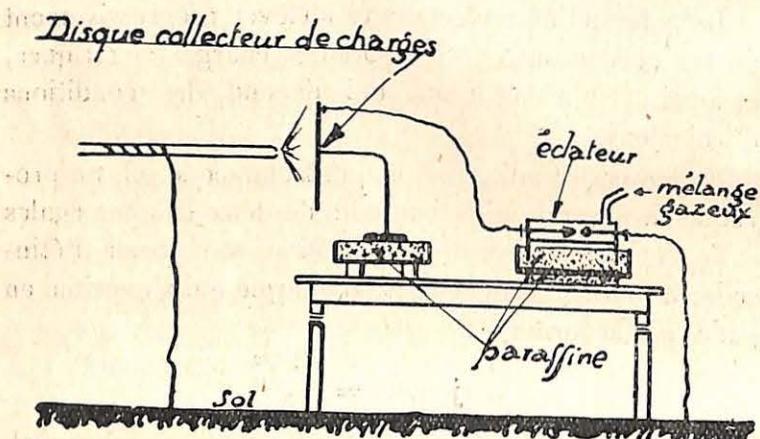


Fig. 12. — Rappel du premier dispositif employé pour l'inflammation du grisou par les étincelles de l'air comprimé.

Nous avons utilisé, à cette fin, un éclateur à pointes (voir fig. 12). Cet appareil comporte deux tiges filetées se terminant en pointes et soutenues par deux supports noyés dans la paraffine.

Les deux pointes sont reliées électriquement l'une au disque, l'autre au sol. — Un tube de verre cylindrique entoure les deux tiges; il porte un ajutage perpendiculaire par lequel arrive le mélange gazeux.

En lançant sur le disque placé à 20 centimètres de l'orifice de la conduite, des chasses d'air comprimé, on observe à l'éclateur des étincelles pouvant atteindre 8 millimètres de longueur.

Ces étincelles enflamment évidemment les mélanges grisouteux.

En rapprochant les pointes de l'éclateur, de façon à réduire à 1 millimètre environ la longueur des étincelles, nous avons encore obtenu l'inflammation d'un mélange présentant la composition suivante :

CO ²	0,5 %
O ²	16,68 %
CH ⁴	9,25 %
N ²	71,57 %

Nous avons continué nos expériences en plaçant dans le jet d'air des objets tels que ceux qu'on rencontre dans la mine. Un tuyau à air comprimé de 5 mètres de longueur et 50/56 millimètres de diamètre, suspendu à chacune de ses extrémités par une chaîne de quatre isolateurs de T.S.F., nous a donné des gerbes continues d'étincelles de 6 millimètres de longueur.

Avec ce dispositif, des étincelles de 2 millimètres peuvent enflammer un mélange grisouteux présentant une composition analogue à celle indiquée ci-dessus.

En remplaçant le sable par de la limaille de fer, nous avons obtenu à l'éclateur des étincelles de 4 millimètres.

Les quantités d'électricité paraissent donc être moins importantes avec des poussières métalliques qu'avec du sable, mais les phénomènes d'électrisation subsistent toujours, malgré la plus ou moins grande conductibilité des matériaux transportés.

Comme il est impossible d'obtenir de la limaille sous une grosseur de grain aussi régulière que le sable, nous

nous en sommes tenus, pour nos recherches ultérieures, au sable sec qui présente l'avantage de ne jamais créer d'obstruction dans nos conduites.

Nous avons obtenu également des phénomènes d'électrisation très intense en plaçant, vis-à-vis de l'ajutage, un simple fil de fer galvanisé de 1 mètre environ de longueur, suspendu par l'intermédiaire de quatre isolateurs de T.S.F. et maintenu sous tension par un contrepoids.

Ce dispositif nous a donné des étincelles continues de 8 millimètres de longueur. — En portant à 10 millimètres l'écartement des pointes de l'éclateur, nous avons encore obtenu des décharges, mais plus rares.

Des étincelles de 4 millimètres suffisent néanmoins pour enflammer le grisou.

Dans toutes les expériences que nous venons de rapporter, le collecteur de charges est un corps conducteur; dans celles qui vont suivre, nous avons utilisé des corps peu conducteurs tels que des blocs de pierre calcaire, de grès ou de charbon. Ces matériaux étaient disposés comme il est indiqué à la figure 13.

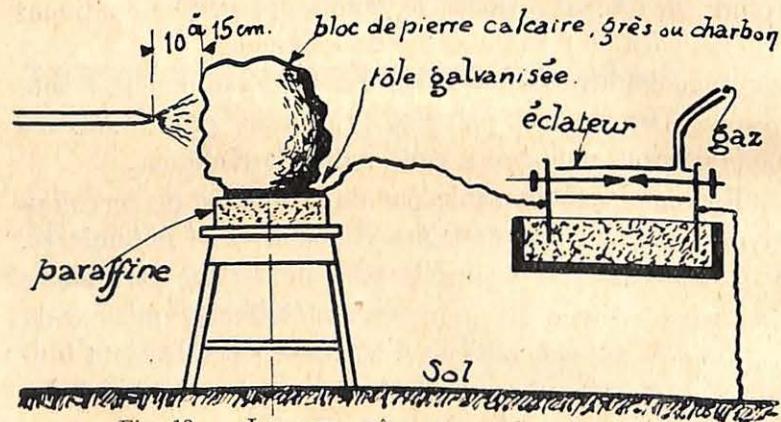


Fig. 13. — Les corps même peu conducteurs peuvent former écran collecteur.

L'isolement du bloc était assuré chaque fois par une plaque de paraffine. Une plaque de tôle placée entre le

bloc et l'isolant servait de prise des charges électriques. Nous avons obtenu à l'éclateur des étincelles de 12 millimètres de longueur et cela quelle que soit la matière du bloc.

On pourra remarquer que, dans la réalisation de toutes les expériences précédentes, nous avons soigné particulièrement l'isolement des objets servant de collecteurs de charges.

Ces conditions d'isolement ne se rencontrent évidemment pas dans la mine. Nous avons dû d'abord procéder de la sorte pour mettre en évidence le fait qui devait servir de point de départ à nos recherches ultérieures, c'est-à-dire la possibilité de produire des charges électriques par le transport de matériaux solides dans les conduites d'air comprimé.

L'étude d'un accident survenu en décembre 1929, dans un charbonnage du Borinage, nous a tout naturellement amenés à modifier nos conditions d'essai.

Au cours de cet accident, deux tuyaux de caoutchouc réunis par un bout de tube de fer, se séparèrent à l'endroit de leur jonction. Immédiatement après, on constata la présence d'une flamme de grisou brûlant le long d'une cassure visible dans le toit.

Cette inflammation ne pouvait être imputée, en l'occurrence, qu'au déboîtement de la canalisation en caoutchouc.

Nous avons recherché alors si les charges électriques accumulées sur le tube métallique servant de joint étaient capables d'enflammer le grisou. Nous avons là un conducteur isolé par le tuyau en caoutchouc qui le précède, donc une armature du condensateur. Nous avons réalisé nos essais en supposant que le tube de raccord était resté dans le tronçon amont, c'est-à-dire celui relié au réseau de distribution de l'air comprimé.

Nous avons donc prolongé notre conduite d'acier par un tube en caoutchouc de 3^m,80 de longueur et de 20 millimètres de diamètre intérieur.

Dans l'orifice libre de ce tuyau était enfoncé un bout de tube à gaz de 18 centimètres de longueur et de 12 millimètres de diamètre. Un carcan de serrage s'opposait à la sortie intempestive du tube. Le tuyau de caoutchouc était suspendu par 2 ou 3 bouts de fil de fer attachés au chapeau de deux cadres de boisage montés dans un de nos laboratoires.

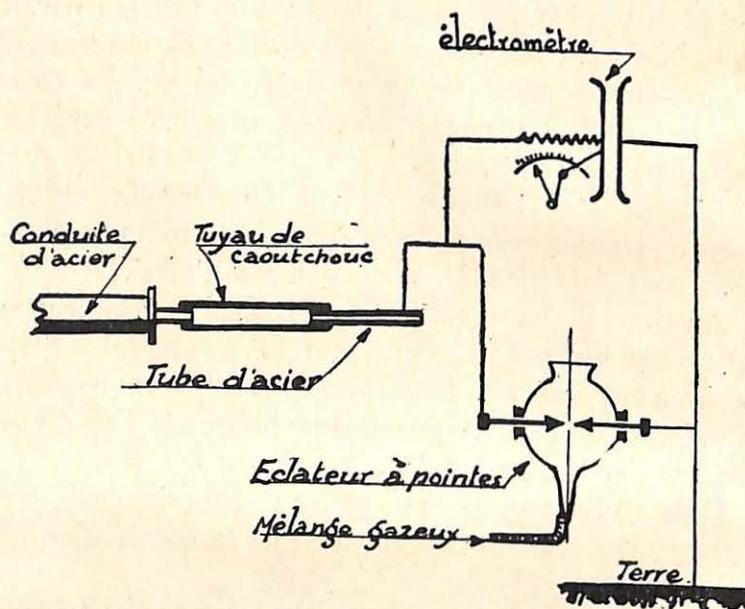


Fig. 14. — Schéma de la disposition de nos essais avec tuyau flexible.

Le croquis ci-contre (fig. 14) indique les détails de notre dispositif.

Nous avons perfectionné notre éclateur en lui donnant, comme les expérimentateurs britanniques, la forme d'une sphère à quatre tubulures. Les tubulures horizontales reçoivent les pointes à distance réglable; la tubulure

inférieure donne passage au mélange inflammable, la tubulure supérieure, couverte d'un disque léger en carton, sert de soupape de sûreté.

Nous avons obtenu des étincelles de 12 millimètres. Nous avons constaté qu'en réduisant les étincelles à 5 millimètres, on enflammait encore aisément les mélanges grisouteux.

En remplaçant le sable par de la tournure d'acier, nous n'avons plus obtenu que des étincelles de 1 millimètre.

Dans tous les essais, nous observons un éclaircissement de l'orifice du tuyau d'air comprimé, soit que ce phénomène résulte de la friction des particules voisines de la paroi, soit qu'il provienne d'étincelles de décharge de particules trop voisines de la paroi.

Nous avons ensuite réalisé le cas où le tube métallique terminal serait projeté au lieu de rester raccordé à la tuyauterie. Le dispositif est plus difficile à réaliser. Nous avons pu constater, cependant, que le tube projeté est à un haut potentiel et peut donner des étincelles dangereuses.

Electrisation sans contact direct, par influence.

Toutes les expériences précédentes ont mis en évidence l'existence de charges électriques, sur des objets frappés directement par le jet d'air comprimé chargé de sable ou en contact avec lui. Nous avons constaté, dans la suite, que le contact direct n'était pas toujours nécessaire.

Nous avons observé, en effet, l'accumulation de charges électriques sur les spires en fil d'acier garnissant extérieurement un tuyau en caoutchouc de 3 mètres de longueur, de 20 millimètres de diamètre intérieur et de 6 millimètres d'épaisseur (voir fig. 15).

Ces spires étaient distantes de 1 centimètre environ.

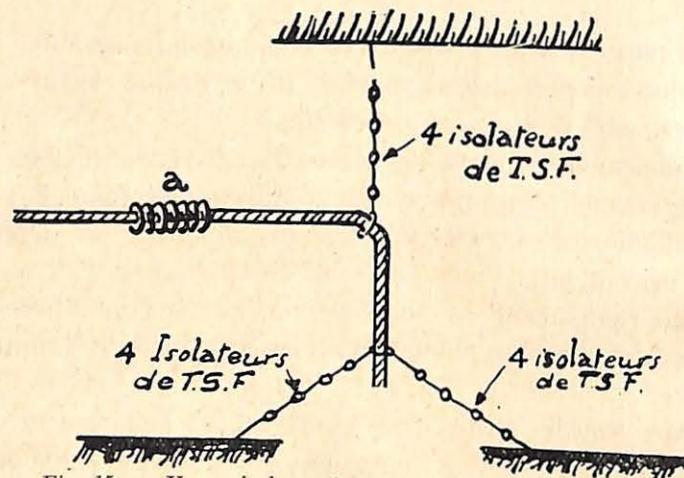


Fig. 15. — Une spirale en fer *a* extérieure au tube souple se charge par influence.

A l'aide de notre éclateur, dont l'une des pointes était connectée aux spires et l'autre au sol, nous avons obtenu des étincelles de 10 millimètres de longueur et enflammé ainsi des mélanges d'air et de grisou.

Sur le même tuyau, nous avons placé un manchon en caoutchouc garni extérieurement de 7 spires de fil galvanisé. Ces spires, bien peu nombreuses, s'électrisent également lors de chasses de sable. Les étincelles que nous avons pu en tirer atteignaient 5 millimètres et pouvaient enflammer le grisou.

Un tuyau en caoutchouc de 2^m,80 de longueur et portant 50 spires équidistantes réparties sur 80 centimètres de longueur, nous a donné des étincelles de 12 millimètres. Les décharges que nous avons observées en écartant les pointes de l'éclateur de 5 millimètres, enflammaient les mélanges grisouteux.

De même le carcan métallique serrant le tube sur la tuyauterie en caoutchouc et qui n'est pas touché par le jet d'air, s'électrise par influence et prend un potentiel tel que l'on peut en tirer des étincelles dangereuses.

Influence de la quantité des matériaux solides emportés par l'air comprimé.

Dans nos premiers essais, nous faisons usage de fortes charges de sable, chaque chasse comportant souvent environ 400 cc. Nous avons ensuite considérablement réduit les quantités de sable mises en œuvre : nous avons supprimé le long tube formant sas à poussière et avons introduit le sable directement au dessus de la soupape inférieure de notre dispositif ancien. Reprenant notre disque isolé placé à 15 centimètres de l'orifice de la conduite d'acier, nous avons obtenu : avec 25 cc. de sable par chasse et 3 kgs. de pression, des étincelles de 10 millimètres de longueur ; lorsque la chasse est réduite à 15 cc. de sable, les étincelles n'ont plus atteint qu'un millimètre de longueur.

Le tube en fer, enfoncé dans le tuyau en caoutchouc, nous a donné des résultats identiques.

Les potentiels électriques mis en jeu ne paraissent donc pas être en fonction de la quantité de sable quand on passe de 400 à 25 cc. par chasse. Avec 400 cc., les étincelles durent un temps plus long, à cause de la plus grande quantité de particules à véhiculer.

Toutefois, un minimum de 15 cc. de sable paraît nécessaire pour obtenir des étincelles appréciables.

Influence de l'isolement.

Tous les collecteurs de charges utilisés dans nos expériences étaient parfaitement isolés ; les tubes qui terminent les tuyaux de caoutchouc le sont automatiquement, sans précaution spéciale ; les autres, au contraire, avaient été placés à dessein sur des supports isolants (plaques de paraffine).

Nous nous sommes donc demandé si des conditions d'isolement analogues à celles mises en œuvre dans nos expériences n'étaient pas courantes dans la mine.

La plupart des appareils distribuant ou utilisant l'air comprimé sont, en effet, généralement suspendus au boisage; or, le bois sec est fort peu conducteur.

Nous avons donc installé dans notre laboratoire, deux cadres comportant chacun 2 montants et un chapeau, réunis par des croisillons en planches. Ayant suspendu directement au chapeau d'abord un fil de fer galvanisé puis un tuyau à air comprimé sur lesquels nous envoyions des chasses d'air comprimé chargées de sable, nous nous sommes trouvés dans l'impossibilité de tirer la moindre étincelle de ces objets.

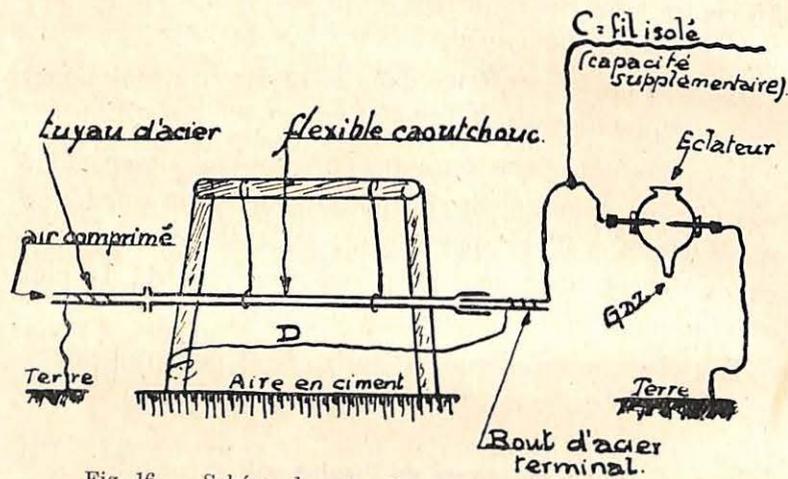


Fig. 16. — Schéma de notre dernier dispositif expérimental.

Nous avons abouti au même résultat en reprenant l'expérience du tuyau de caoutchouc avec tube à gaz, ce dernier étant réuni par un fil d'acier D à l'un des montants du cadre de boisage (fig. 16).

Ces constatations montrent que l'accumulation des charges électriques exige un isolement parfait et qu'une

mise à la terre même très imparfaite suffit pour assurer l'évacuation continue des charges électriques dans le sol et pour supprimer toute manifestation de tension électrostatique.

La sécurité sera donc complètement assurée, si l'on prend soin de réunir par une liaison conductrice au réseau de canalisations d'air comprimé, toutes les pièces métalliques susceptibles de mise sous tension telles par exemple les pièces servant de raccord entre deux tuyaux de caoutchouc. Dans les conclusions, nous indiquerons la solution qui paraît s'imposer.

Détermination du signe des charges électriques mises en jeu.

Tous les phénomènes électrostatiques ayant fait l'objet de nos recherches sont, en réalité, des phénomènes d'électrisation par frottement.

Par assimilation à des faits bien connus de la physique expérimentale, nous étions autorisés à admettre que le sable et la conduite se chargent, dans nos expériences, d'électricité de sens contraire.

Une expérience très simple nous a permis de constater qu'il en était bien ainsi. Nous avons utilisé, à cette fin, un galvanomètre très sensible, fortement amorti, ainsi qu'un shunt universel d'une résistance totale de 100.000 ohms. Ces appareils étaient disposés comme il est indiqué dans le schéma ci-contre (fig. 17).

La ligne partant d'une des bornes du shunt était raccordée à l'objet sur lequel s'accumulaient les charges électriques. Nous avons constaté que le galvanomètre déviait tantôt à droite, tantôt à gauche, suivant que l'on reliait la ligne au tube métallique enfoncé dans le tuyau en caoutchouc qui servait à projeter le jet d'air, ou au disque métallique isolé frappé par le même jet. En reliant

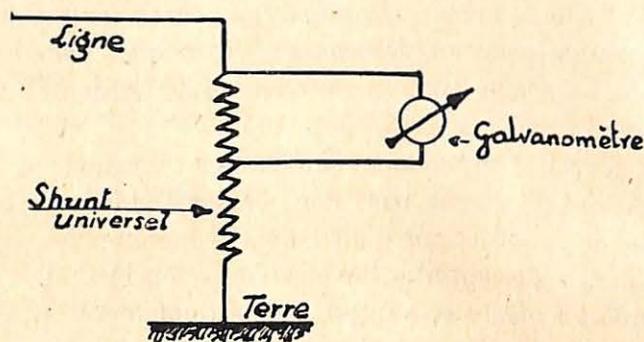


Fig. 17. — Détermination du signe des charges électriques.

ensuite la ligne à l'une des bornes d'une pile Leclanché, dont l'autre borne était mise à la terre, nous avons observé qu'une déviation droite ou gauche correspondait à un écoulement vers le sol d'une charge négative ou positive.

Le disque se chargerait donc positivement et le tube métallique négativement. Le frottement s'exerçant entre le sable et la conduite développe donc une charge positive sur le premier et une charge négative sur la seconde (1).

Energie mise en jeu.

L'énergie libérée sous forme d'étincelles à l'éclateur, résulte de la décharge de condensateurs. Tous nos dispositifs expérimentaux peuvent être assimilés, en effet, à des condensateurs, l'une des armatures étant constituée invariablement par le sol et les murs de notre laboratoire et l'autre armature par l'objet isolé (disque, fil, tube métallique enfoncé dans un tuyau de caoutchouc) sur lequel se manifeste la présence de charges électriques.

(1) Le « Safety in Mines Research Board » a publié dans le Paper n° 71 de 1931, le résultat de recherches analogues où l'on voit que les diverses poussières se comportent différemment, notamment certains charbons se chargent en sens inverse des schistes.

On sait que l'énergie mise en jeu par la décharge d'un condensateur s'exprime par la formule :

$$W = \frac{CV^2}{2}$$

W énergie en joule.

C capacité du condensateur.

V différence de potentiel entre les deux armatures.

On conçoit aisément — c'est la raison du retard — que l'inflammation du grisou exige un minimum d'énergie. Nous pouvions le réaliser au cours de nos expériences, en faisant varier séparément l'un ou l'autre des deux facteurs : capacité ou tension. Lorsque nous n'obtenions pas l'inflammation du grisou avec l'un ou l'autre des dispositifs décrits précédemment, il nous suffisait de raccorder au collecteur de charge une ligne conductrice C isolée de 10 mètres de longueur, traversant diagonalement notre laboratoire (dispositif indiqué à la figure 16).

L'augmentation de capacité qui en résultait suffisait pour enflammer le mélange gazeux. Nous obtenions le même résultat en augmentant l'écartement des pointes de l'éclateur, ce qui avait pour effet d'accroître la valeur de la tension existant au moment de la décharge et pour autant, bien entendu, que le potentiel en cause fût capable de franchir la distance entre pointes.

En vue du calcul des énergies électrostatiques mises en jeu, nous avons procédé à des mesures de tension et de capacité.

Mesure des capacités.

Nous avons utilisé une méthode simple de mesure des capacités. Cette méthode consiste à décharger successivement, dans un galvanomètre balistique, convenable-

ment shunté, la capacité à mesurer, puis une capacité connue.

Notre dispositif expérimental est représenté dans la figure 18.

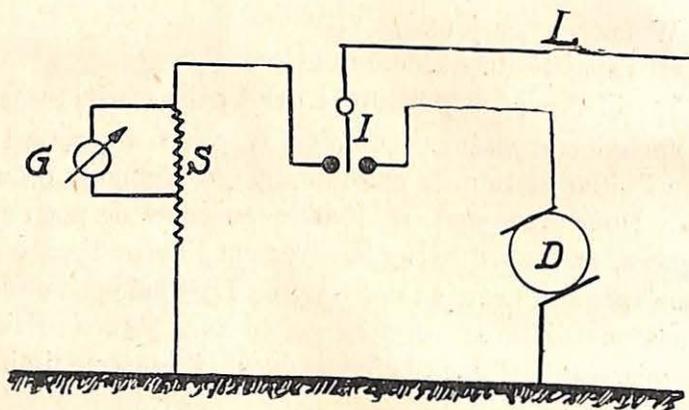


Fig. 18. — Mesure des capacités.

- G = galvanomètre balistique.
 S = shunt universel.
 I = Inverseur.
 D = dynamo à courant continu.
 L = ligne isolée.

La ligne « L » étant connectée au dispositif dont nous voulions mesurer la capacité, nous la chargeons d'abord à l'aide de la génératrice à courant continu D, en poussant l'inverseur I vers la droite.

Quelques instants après, nous provoquons la décharge dans le galvanomètre G en amenant l'inverseur I vers la gauche.

Nous notons à ce moment la déviation S du galvanomètre. Nous recommençons la même expérience en connectant la ligne « L » à une capacité de valeur connue (2 microfarads) que nous chargeons avec une pile

Leclenché. Nous mettons de nouveau la déviation S' du galvanomètre au moment de la décharge.

$$\text{L'équation } \frac{S}{S'} = \frac{C \cdot V}{C' \cdot V'}$$

dans laquelle S et S' désignent les déviations,
 C et C' les capacités (dont l'une C est inconnue),

V et V' les tensions de charges connues, permettait alors de calculer C.

En procédant de la sorte, nous avons obtenu les résultats suivants :

Capacité du tube de fer (longueur 18 centimètres, diamètre 12 millimètres) enfoncé dans le tuyau de caoutchouc :

a) l'éclateur est raccordé au tube, comme pour les essais d'inflammation.

1 ^{re} mesure	0,0002615	microfarad
2 ^e id.	0,0002444	id.
3 ^e id.	0,0002444	id.

Moyenne 0,0002501 id.

b) l'éclateur n'est pas raccordé

1 ^{re} mesure	0,000204	microfarad
2 ^e id.	0,000198	id.

Moyenne 0,000201 id.

Capacité des spires en fil galvanisé recouvrant le tuyau de caoutchouc (50 spires réparties sur 50 centimètres).

L'éclateur est raccordé aux spires comme pour un essai d'inflammation :

1 ^{re} mesure	0,000302	microfarad
2 ^e id.	0,000309	id.
3 ^e id.	0,000308	id.

Moyenne 0,000306 id.

Comme nous l'avons dit précédemment, les deux dispositifs, dont nous avons mesuré les capacités, nous ont donné des étincelles capables d'enflammer le grisou alors que la distance entre les pointes de l'éclateur était réduite à 5 millimètres.

La tension correspondante étant de 6.000 volts environ, l'énergie mise en jeu par chaque étincelle était de :

$$\frac{(6000)^2 \times 0,0002501 \times 10^{-6}}{2} = 0,0045018 \text{ joule}$$

ou 4,5 millijoules pour le premier dispositif

$$\frac{(6000)^2 \times 0,000306 \times 10^{-6}}{2} = 0,005508 \text{ joule}$$

ou 5,5 millijoules pour le second (1).

Notons que, pour le gaz d'éclairage, l'énergie nécessaire à provoquer l'inflammation est presque nulle.

Mesure des tensions.

Il nous a paru intéressant également de relever les tensions mises en jeu à l'aide d'un électromètre d'Abraham et Villard. Cet appareil est représenté schématiquement dans le croquis ci-contre (voir fig. 19). Il comporte deux plateaux *a* et *b*. Le premier est fixe et mis à la terre. Le second est mobile et est relié à l'objet sous tension. Ce second plateau subit donc une attraction qui est équilibrée

(1) Ces chiffres sont à rapprocher de ceux cités dans le Paper 71 du S. M. R. B. (1931), p. 7 : nos amis Anglais ont trouvé que le minimum d'énergie électrique dégagée par étincelle et susceptible d'enflammer le grisou dépasse légèrement deux millijoules.

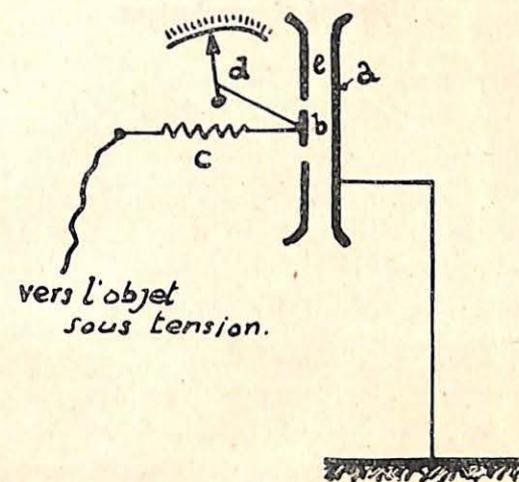


Fig. 19. — Schéma de l'électromètre Abraham et Villard.

par un ressort *c* grâce à un tringlage commandant une aiguille *d* qui se déplace devant une graduation sur laquelle on peut lire les tensions en kilovolts.

Un plateau *e* concentrique au plateau *b* et relié à celui-ci, assure l'uniformité du champ électrique régnant dans l'intervalle séparant les deux plateaux. Nous avons relevé les tensions suivantes :

Dispositif employé	Quantité de sable par chasse	Pression de l'air comprimé	Tensions enregistrées
Disque de 40 cm de diamètre . . .	25 cc.	5 kil.	8 à 12.000 volts.
Tube de fer enfoncé dans un tuyau de caoutchouc	400 cc.	5 kil.	10 à 15.000 volts.
Fil de fer isolé . . .	400 cc.	5 kil.	13 à 14.000 volts.

Résumé et conclusions.

Les expériences dont nous venons de rendre compte montrent que tout déboîtement brusque d'une tuyauterie d'air comprimé peut être dangereux : en effet, la brusque détente modifie considérablement la vitesse et projette les poussières se trouvant dans la tuyauterie, alors que celles-ci pouvaient très bien rester en place pour le débit normal avec travail des outils.

Divers dangers se présentent :

- 1° ces poussières électrisées peuvent frapper une paroi se trouvant au potentiel de la terre : des étincelles jaillissent, mais les charges de ces poussières peu conductrices sont tellement faibles qu'il faut une concentration exceptionnelle. Certaines inflammations survenues à front de montages dont on voulait expulser le grisou par une chasse d'air comprimé, pourraient être des cas de cette espèce ;
- 2° ces poussières électrisées frappent un objet conducteur isolé, qui sert de collecteur de charges et réalise cette concentration qui rend plus aisée la formation d'étincelles suffisamment puissantes pour enflammer le grisou. Nous pensons que, dans le cas des montages, notamment, des canars ou tuyaux d'aé-
rage ont pu jouer ce rôle.
Mais il faut des conditions d'isolement qui ne peuvent se rencontrer que tout à fait exceptionnellement ; exemple : un canar suspendu par un conducteur isolé ;
- 3° lorsque le déboîtement se produit à une tuyauterie souple, les poussières jaillissent à l'extrémité métallique d'un tronçon en caoutchouc ; on se trouve dans des conditions beaucoup plus dangereuses :
 - a) parce que ce fragment métallique est parfaite-

- b) parce qu'il concentre des charges égales et de sens opposé aux charges totalisées des poussières ;
- c) parce que la rupture donne un coup de fouet qui projette cette extrémité, portée à un très haut potentiel, vers les parois de la galerie qui se trouvent au potentiel de la terre : une forte étincelle jaillira lorsque le tube arrivera à proximité de la paroi ; si un mélange grisouteux est débité par une cassure, il y aura inflammation ; c'est la reproduction de l'accident de décembre 1929 dans un charbonnage du Borinage.

Les tuyauteries souples sont de loin les plus dangereuses, parce qu'elles sont également celles qui ont le plus de chance de renfermer des poussières : en effet, à chaque avancement, il faut, dans les tailles, les démonter, les laisser sur le sol un certain temps, les remonter dans leur nouvelle position : dans ces diverses manœuvres, il y a grand risque d'introduction de poussières.

Pour éviter ce danger des tuyauteries souples, il faudrait réaliser la mise à la terre en quelque sorte automatique. Nos expériences montrent qu'une terre médiocre suffit à éviter toute étincelle. La tuyauterie-mère, en acier, est généralement à la terre : les joints ne sont pas isolants, il y a des contacts avec des parois humides, etc. Il faudrait donc réunir les parties métalliques des tuyauteries en caoutchouc à la canalisation d'acier.

L'armature extérieure en fils d'acier enroulés en spirale, à laquelle nous avons d'abord songé, n'est pas à retenir : elle présente divers inconvénients, se rompt facilement dans les chocs et, dès lors constituée, comme l'ont montré diverses expériences rappelées plus haut, un danger supplémentaire par sa capacité. De plus,

cette armature, brisée, blesse les ouvriers; elle raidit trop la tuyauterie; la liaison avec les pièces de raccord se fait malaisément.

Un autre type de mise à la terre pourrait se faire par une tresse métallique noyée à l'intérieur même de l'épaisseur du caoutchouc : système excellent sans doute, au point de vue électrique, mais qui, d'après les spécialistes consultés, provoquerait aisément un décollage du tuyau à l'endroit de la tresse et entraînerait une usure rapide.

Ce système a, d'ailleurs, un vice rédhibitoire : c'est la difficulté de réaliser la connexion simple et sûre entre la tresse métallique et les raccords terminaux.

Journellement, dans les travaux souterrains, lorsqu'une tuyauterie souple est mise hors d'usage localement par choc, éboulement ou autre cause, on coupe la partie avariée et on réunit les deux bouts par un simple tube à gaz qui s'enfonce dans les deux tronçons à réunir. Deux carcans extérieurs serrent les tubes sur le manchon intérieur. Il faudrait que la simple introduction du tube à gaz mette à la terre la tuyauterie. C'est pourquoi, après réflexion, seuls nous paraissent admissibles les systèmes réalisant sur la paroi interne des tuyauteries une connexion électrique suffisante pour éviter l'élévation du potentiel.

Nous nous sommes mis en rapport avec des constructeurs de tuyaux en caoutchouc qui, très aimablement, nous ont apporté leur collaboration. Nous avons consulté de même les fabricants de câbles électriques qui nous ont donné des renseignements utiles. Nous avons d'abord songé à une armature intérieure en spirales, faite à l'aide d'un conducteur demi-rond s'appliquant bien sur la paroi. Mais ce système raidit le tube et il est difficile de couper celui-ci sans détériorer le conducteur. Nous avons

songé à un treillis léger collé sur la face interne du tuyau; nous avons reçu deux échantillons pourvus intérieurement d'un treillis en fils de laiton (fils de 2/10 de millimètre, mailles de 2 millimètres) appliqué sur la paroi et noyé dans une couche de caoutchouc, de façon à adhérer parfaitement, sans que, cependant, les fils soient masqués.

Nous avons vérifié que si nous introduisons simplement le tube à gaz à l'extrémité du tronçon relié à l'autre bout à la tuyauterie d'acier, le dispositif réalise une mise à la terre telle que nous n'obtenons plus d'étincelles dans nos dispositifs expérimentaux. Le dispositif est donc efficace.

Nous attendons un autre tuyau fabriqué avec une toile de coton intérieure, adhérent parfaitement au caoutchouc. Certains fils de cette toile sont en cuivre et doivent assurer le même résultat que le treillis de l'échantillon cité ci-dessus.

Il restera à vérifier si les dispositifs préconisés résistent aux conditions normales de l'usage minier.

Mais nous sommes certains que les constructeurs sauront réaliser les conditions de solidité voulues, en même temps que les desiderata de la sécurité.

Disons en passant que les mêmes précautions doivent être prises dans les parties souples des tuyauteries semi-rigides. Ces tuyauteries, qui sont excellentes aux points où des pressions de terrains rendent difficile l'entretien des tuyauteries rigides, créent, par contre, des tronçons conducteurs isolés dans la tuyauterie : les parties souples doivent être mises à la terre.

Si les pièces métalliques intercalées dans les tuyauteries flexibles sont mises à la terre, le danger d'un déboîtement disparaît, même si la pièce métallique est projetée, car cette pièce est sans potentiel au moment où elle lache et,

dès cet instant, elle cesse de véhiculer les particules solides qui pourraient élever ce potentiel.

M. Eloy, Administrateur de la Société d'Outillage pneumatique, à Liège, a imaginé, dans un autre ordre d'idées, une soupape de retenue simple, destinée à couper automatiquement l'air comprimé en cas de rupture

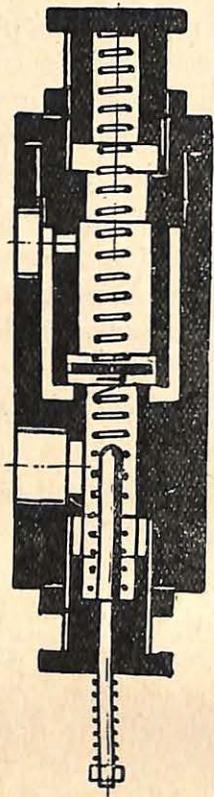


Fig. 20. — Soupape de fermeture automatique en cas de rupture ou déboîtement de la conduite.

L'arrivée d'air se fait par l'ouverture gauche supérieure, le départ par l'ouverture inférieure : pour le débit normal, le disque central est en équilibre entre ses deux ressorts. En cas de rupture, la dépression causée par le grand débit applique le disque sur son siège, provoquant la fermeture.

de joint, déboîtement d'un outil, etc. Cet appareil, dont nous donnons un schéma, peut rendre des services également (fig. 20).

En terminant, appelons l'attention sur la nécessité de réaliser des assemblages solides, non sujets à déboîte-

ment, dans toutes les parties de la distribution d'air comprimé.

Rappelons aussi l'utilité des séparateurs d'huile au sortir des compresseurs. Les gouttelettes d'huile entraînées dans les tuyauteries sont une cause de danger et d'usure (les tuyauteries en caoutchouc, notamment, en souffrent spécialement).

Ejecteur à air comprimé utilisé comme ventilateur secondaire

Avant de quitter le chapitre de l'air comprimé, il nous paraît utile de donner ci-dessous un résumé des multiples essais effectués à l'Institut National des Mines sur un éjecteur à air comprimé utilisé comme appareil de ventilation secondaire, dans les travaux souterrains d'un charbonnage du pays de Liège.

L'appareil fut reçu fin juin à l'Institut National des Mines; le temps exceptionnellement humide de juillet et août empêchèrent toute étude sérieuse de l'appareil, la saturation de l'air en humidité supprimant la production des phénomènes électrostatiques à étudier. Ce n'est qu'à partir de septembre qu'il fut possible de mener à bien les expériences.

Le croquis coté fig. 21 indique la constitution simple de l'appareil : la tuyauterie d'air comprimé se termine par un ajutage central convergent *a* de 3 à 4 millimètres de diamètre à l'orifice. Deux tuyères coniques convergentes *b* et *c* livrent passage à l'air entraîné par le jet central. Les deux cônes et l'ajutage convergent sont réunis par une monture en barres plates d'acier, donnant à l'appareil un encombrement total de 715 millimètres sur un diamètre de 250 millimètres.

Comme l'appareil peut être employé soit placé à même le sol, soit dans des canalisations d'aérage, qu'il peut être utilisé soit dans des galeries au rocher, soit dans des

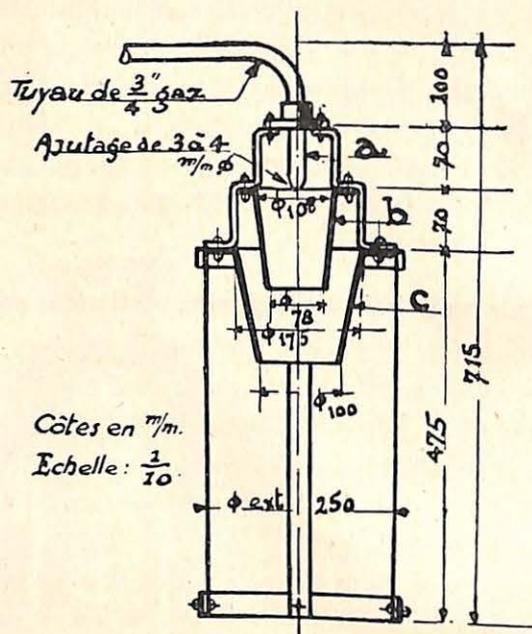


Fig. 21. — Schéma d'un éjecteur à air comprimé utilisé comme appareil de ventilation.

voies en charbon ou même dans certains endroits des chantiers, nos expériences ont porté :

- 1° sur l'appareil utilisé seul;
- 2° sur l'appareil placé dans un tuyau d'aérage.

Dans les deux modes d'emploi, nous avons fait usage :

- a) de sable, représentant les poussières de pierre;
- b) de charbon fin, représentant le genre de poussières que l'appareil peut mettre en suspension dans le chantier même.

Voici, résumés brièvement, nos divers essais.

Marche générale des essais. — Nous lançons dans une tuyauterie d'acier, l'air comprimé à 5 kilos; sur celle-ci est intercalé un dispositif injectant des particules solides, sable ou charbon. Les poussières, électrisées par frotte-

ment, se chargent et prennent un potentiel de sens opposé à celui de l'enveloppe de l'appareil. Il suffit de recueillir les charges sur un collecteur et de réunir aux deux pointes d'un éclateur les deux armatures du condensateur ainsi formé; parfois nous mettons à la terre la tuyauterie d'acier et nous isolons l'éjecteur; d'autres fois, l'éjecteur est à la terre et nous isolons le collecteur recevant les charges.

D'autres dispositifs ont encore été utilisés et seront notés dans ce qui suit.

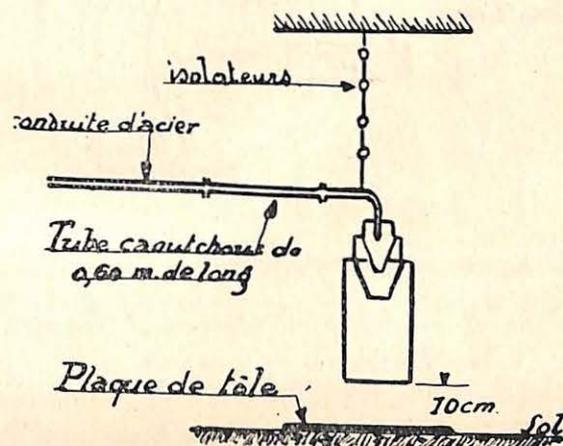


Fig. 22. — Appareil isolé, collecteur mis à la terre.

I. — Appareil utilisé seul.

L'appareil nous est arrivé muni d'un tube en caoutchouc se raccordant d'une part à la tuyauterie de l'ajutage central, d'autre part à la conduite à air comprimé. Nous avons fait usage de ce raccord en caoutchouc.

Appareil isolé, collecteur mis à la terre.

Le croquis 22 indique la disposition des appareils. Quelques chasses d'air seulement donnent des étincelles

très faibles, d'un dixième de millimètre, soit avec le sable, soit avec le charbon.

Dans ce dernier cas, nous avons essayé de mesurer les tensions aux pointes de l'éclateur, à l'aide de l'électromètre d'Abraham et Villard, mais l'appareil est resté insensible.

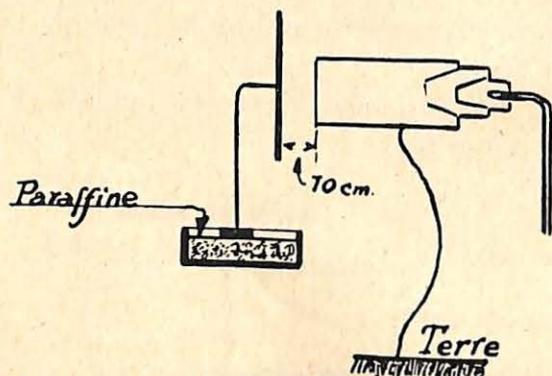


Fig. 23. — Appareil mis à la terre, collecteur isolé.

Appareil mis à la terre, collecteur des charges isolé.

Le schéma 23 indique le dispositif d'expérience. Cette fois, on tire du disque isolé frappé par les projections, des étincelles de 10 millimètres dans une première série d'essais, dans le cas du sable. Dans une seconde série d'expériences, les étincelles atteignaient 4 à 5 millimètres et parfois 7 millimètres. Dans cette seconde série, nous avons mesuré les tensions à l'électromètre Abraham et Villard, nous avons obtenu 3 à 4.000 volts (étincelles de 4 à 5 millimètres) et jusqu'à 5.000 volts (étincelles de 7 millimètres).

Le degré hygrométrique était 90 %.

Lorsque nous avons appliqué ce dispositif expérimental aux poussières de charbon, nous avons obtenu des étincelles de 2 à 3 millimètres et l'électromètre est resté insensible.

Appareil mis à la terre, poussières de charbon projetées sur un tamis isolé.

Le schéma fig. 24 indique le dispositif d'expérience. Celui-ci représente le cas de l'éjecteur placé dans une taille, à proximité de poussières. Le tamis isolé est relié à l'éclateur. Aucune étincelle n'est observée et l'électromètre reste insensible.

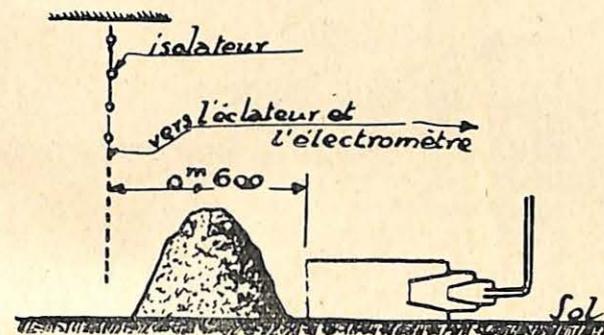


Fig. 24. — Appareil mis à la terre, chassant les poussières sur un tamis isolé.

II. — Appareil placé dans un canar d'aérage.

Appareil isolé, collecteur mis à la terre.

Le schéma fig. 25 indique le dispositif d'expériences. L'appareil est mis dans un canar horizontal de 1^m,50 de longueur et 0^m,28 de diamètre, le tout reposant sur des blocs de paraffine. On n'observe pas d'étincelles ni avec du sable ni avec le charbon. L'électromètre reste insensible.

Appareil à la terre, collecteur isolé.

Le schéma fig. 26 donne le dispositif expérimental. Chaque chasse d'air comprimé chargé de sable ou de charbon donne des étincelles de 0,1 millimètre, l'électromètre reste insensible (degré hygrométrique : 88 %).

Dans une autre série d'expériences (temps plus sec, degré hygrométrique non relevé) on a obtenu des étincelles de 2 millimètres.

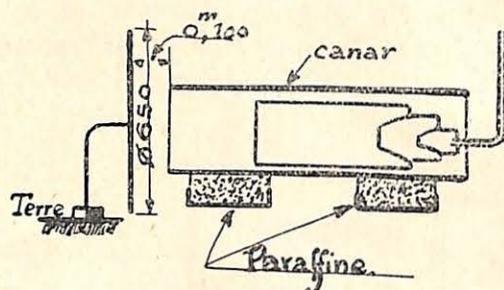


Fig. 25. — Ejecteur placé dans un canar, isolé; collecteur à la terre.

D'autres essais ont encore été faits, mais ne comportent pas de conclusions importantes, c'est pourquoi il en est fait abstraction ici.

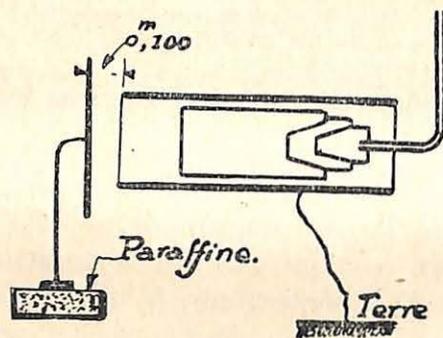


Fig. 26. — Ejecteur dans un canar, mis à la terre, collecteur isolé.

Résumé.

Ces divers essais montrent que l'appareil est évidemment moins dangereux que le jet d'air comprimé brutal. A priori, la chose était évidente, puisque :

- 1° nous avons affaire ici à des vitesses réduites : l'ajutage n'a que 3 à 4 millimètres; l'air appelé par les tuyères convergentes diminue très rapidement la vitesse du jet et, par conséquent, les frottements générateurs des charges électriques;
- 2° une partie des particules solides véhiculées par l'air comprimé frappent les parois des tuyères et se déchargent par ce contact. Ce phénomène est encore renforcé lorsque l'appareil est placé dans un canar d'aéragé, le pourcentage de matières touchant les parois étant plus fort encore.

On sait que les phénomènes d'électricité statique sont influencés fortement par les conditions atmosphériques et notamment par le degré hygrométrique de l'air.

Dans nos expériences du début de 1931, nous avons obtenu des étincelles de 13 à 14 millimètres et des tensions de 15.500 volts, à l'aide d'un jet d'air comprimé à 5 kilos véhiculant du sable. Comme nous n'avions pas pris alors le degré hygrométrique, nous avons tenu à reproduire les expériences avec jet d'air comprimé direct, lorsque nous avons fait les derniers essais de l'éjecteur (degré hygrométrique : 88 à 90 %).

Nous avons obtenu, en lançant un jet de sable par un ajutage de 9 millimètres, des étincelles de 9 millimètres, les tensions enregistrées à l'électromètre étant de l'ordre de 5.000 volts.

Avec les poussières de charbon, nous avons eu des étincelles de 10 millimètres (tensions à l'électromètre de 6 à 7.000 volts).

D'autre part, en lançant à l'aide de l'ajutage de 9 millimètres un jet d'air comprimé sur un tas de charbon menu placé sur le sol, en face d'un tamis isolé, nous tirons des étincelles de 0,1 à 0,2 millimètre et enregistrons des ten-

sions de 500 à 1.000 volts à l'aide d'un électroscope à feuille. Après avoir déchargé l'électroscope, on constate que la feuille diverge à nouveau, aussi longtemps qu'il subsiste un nuage dense de poussières au voisinage du tamis.

L'éjecteur, dimensionné comme il est spécifié au croquis fig. 21, ne paraît pas susceptible de recueillir en lui-même des charges électriques importantes : dans le cas d'un isolement parfait, les étincelles qu'on en tire sont de l'ordre de 0,1 millimètre et sont incapables d'enflammer le grisou. Il est toujours aisé de les supprimer par une mise à la terre rudimentaire de l'appareil. Mais des potentiels plus élevés sont enregistrés sur des objets isolés placés sur le trajet du jet, sortant soit directement de l'éjecteur (étincelles atteignant 2 millimètres).

Enfin, l'éjecteur placé sur le sol paraît incapable de créer des charges suffisantes pour porter à un potentiel dangereux les poussières qu'il soulèverait et lancerait sur un objet isolé se trouvant dans le nuage de poussières.

Conclusions pratiques.

L'appareil examiné, dans les dimensions étudiées, ne paraît pas présenter un tel degré de danger qu'il doive être proscrit. Il est cependant indiqué que, dans son utilisation, on ait recours à la précaution suivante : mettre à la terre l'éjecteur et les canars éventuels qu'il alimente, de même que les objets métalliques qui pourraient être frappés par le jet d'air. Dans les travaux souterrains, ces mises à la terre sont réalisées presque automatiquement par le fait que les tuyauteries sont métalliques, à joints non isolants et qu'il suffit de terres assez rudimentaires

pour empêcher la production de phénomènes d'électricité statique (1).

Mais l'extrémité de la tuyauterie est généralement constituée par un tronçon de tuyau souple en caoutchouc.

Il importe que ce tuyau soit mis à la terre par l'un des procédés que nous avons indiqués plus haut.

Enfin, signalons ici, car ce détail peut être utile à beaucoup, une constatation que nous avons faite en étudiant le matériel en usage dans un charbonnage du pays de Charleroi, lors d'une récente catastrophe.

Un ventilateur secondaire était branché à l'extrémité d'un tronçon flexible en caoutchouc; le raccord se faisait par un coude de tube à gaz, suivi d'un tuyau en fer, long de 40 centimètres, dont les deux extrémités filetées s'engageaient d'une part dans le taraud du coude, d'autre part dans une douille taraudée portée par le moteur du

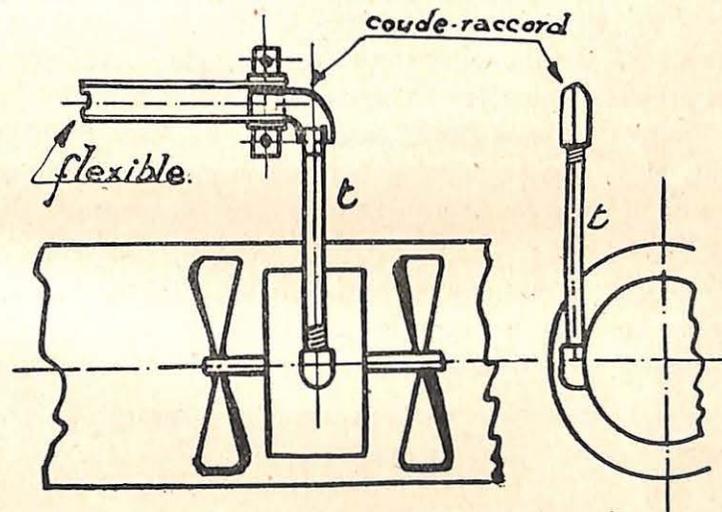


Fig. 27.

(1) Le S. M. R. B. signale que des terres de 2.000.000 ohms suffisent dans leurs essais, analogues aux nôtres, à empêcher la production de toute étincelle.

ventilateur, à l'intérieur du canar. Le croquis 27 indique la disposition. Le tuyau *t* traverse donc la paroi du canar.

Après l'accident, le ventilateur a été trouvé déboîté; de là les divers essais qui nous ont été demandés (1).

La capacité de la partie métallique du raccord a été trouvée suffisante pour enflammer le grisou lors de nos chasses d'air chargées de sable; mais, de plus, nous avons observé, à chaque chasse, des étincelles très visibles entre le tube *t* et les parois de l'orifice pratiqué dans le canar pour le passage du tuyau *t*. Nous avons au préalable élargi ce trou pour mieux faire ressortir le phénomène.

5) DIVERS

Quelques recherches sur les exploseurs.

On a évoqué parfois, à propos d'inflammation de grisou par les explosifs, la possibilité des contacts postérieurs: les fils du détonateur, rompus par l'explosion, sont projetés en arrière et peuvent retomber ensuite l'un sur l'autre: au moment de ce contact, une étincelle peut jaillir, si la tension subsiste à l'exploseur et enflammer du grisou dégagé éventuellement par la rupture du massif.

Pour éviter cette cause d'inflammation, Taffanel avait recommandé que le temps de passage de courant ne dépasse pas trois centièmes de seconde.

Nous avons donc voulu expérimenter, sur divers exploseurs belges et étrangers:

(1) Dans le chantier en question, il n'était pas fait usage d'explosifs; il n'y avait aucun appareil électrique; les deux seules lampes à flamme du chantier n'ont pu être incriminées; les lampes électriques semblent devoir être mises hors cause également; une inflammation par une étincelle de l'air comprimé reste une hypothèse probable, surtout en présence du déboîtement du raccord du ventilateur.

- 1° la durée du passage du courant dans une ligne de tir;
- 2° la durée pendant laquelle les deux extrémités de la ligne sont sous tension.

Ces recherches font l'objet d'une note de M. l'Ingénieur Frupiat en annexe IV à ce rapport. Elles montrent que la tension aux bornes perdure un temps notable après la rupture du circuit, mais qu'il est possible de réduire ce temps à moins de trois centièmes de seconde.

Appareils de ventilation pour travaux souterrains.

C'est pour la même question des étincelles que nous avons été chargés d'examiner un turbo ventilateur de la firme Lecq de Douai, conçu pour éviter toute possibilité d'étincelles.

A la demande d'un charbonnage de Charleroi, nous avons examiné, au point de vue des étincelles, divers alliages destinés à la construction de ventilateurs hélicoïdes souterrains de grand diamètre.

Locomotives Diesel.

Nous avons été chargés d'étudier et d'essayer, en atmosphère grisouteuse, deux types de locomotives. Les appareils de sûreté protecteurs, tant du côté de l'aspiration des gaz que du côté de l'émission, sont bien au point.

Les locomotives Diesel sont moins dangereuses que les locomotives à benzine, par suite de la suppression de dispositif d'allumage (1) et de l'emploi d'un combustible beaucoup moins volatil et moins dangereux. Il est, dès à présent, possible d'envisager leur emploi en mines de troisième catégorie, dans des cas réservés à l'autorisation

(1) Certains constructeurs ont amélioré à ce point la mise en marche qu'ils ont abandonné successivement les artifices utilisés pour faciliter cette mise en marche par temps froid: le papier nitraté, que nous estimons inadmissible dans les mines à grisou, le chauffage par une petite batterie d'accumulateurs, etc.

ministérielle, suivant la réglementation actuellement en vigueur.

L'examen d'autres types de locomotives Diesel est annoncé.

Visites éducatives. — Propagande de la sécurité.

Ces visites ont encore revêtu, en 1931, une grande importance. Ces journées, qui demandent une préparation soignée et coûtent un travail considérable, permettent à l'Institut de remplir sa mission de propagande renforçant la sécurité. Elles gardent le contact étroit avec tout le monde minier.

Un résumé substantiel est remis à chaque visiteur, indiquant le but et la conclusion des expériences qui sont faites. Le programme des essais varie suivant les qualités des visiteurs.

Parmi ces visites, signalons celles du Groupement général des Poudres et Explosifs; des Elèves-Ingénieurs des Mines des Universités de Bruxelles, de Louvain et de Liège; des Elèves-Ingénieurs des Mines de l'Ecole des Mines de Mons; de l'Association des Ingénieurs sortis de l'Ecole de Liège; des Elèves Mineurs de l'Ecole Industrielle supérieure d'Anderlues; des Directeurs et sauveteurs des Centrales de sauvetage du Hainaut; des Inspecteurs-médecins du Travail et des Directeurs et sauveteurs des Centrales de sauvetage de Liège; des Elèves de l'Institut de chimie Meurice.

Nous avons eu l'honneur, en 1931, de recevoir, en plus, des membres de la Commission française des dégagements instantanés du Gard (dont MM. Daval, Ingénieur en chef des Mines, Président, Damian, Ingénieur des Mines, Secrétaire, Royer, Directeur des Mines du Nord d'Alès) — une importante délégation de

nos collègues du Corps des Mines français (dont MM. Lantenois, Président du Conseil général des Mines, Leprince-Ringuet, Inspecteur général des Mines, Gagnières, Ingénieur en chef des Mines), MM. Wheeler et Payman, respectivement Directeur et assistant principal du « Safety in Mines Research Board », M. Herman, Directeur de la Station d'essai polonaise St-Barbara, à Mikolow; M. Martel, Professeur d'exploitation des Mines, à Alès (Gard); M. Lengelez, Inspecteur général-chef du Service Médical du Travail; M. Beghin, Secrétaire de la Commission Science Industrie; M. Gillet, Professeur à l'Université de Liège; M. Legraye, chargé de cours à l'Université de Liège, etc.

Dans le domaine de la propagande, signalons l'édition de la brochure « Un mot aux boutefeux », qui est distribuée à tous les charbonnages et évitera des fautes par manque d'instruction de la part de ces agents si importants du point de vue de la sécurité. L'édition flamande de ce vade-mecum a paru également.

V. COLLABORATION AVEC LES ORGANISMES ETRANGERS

Cette collaboration s'est affirmée, en 1931, d'une manière particulièrement efficace.

Nous avons pu visiter, en mars, la Station sarroise et nous assurer une source de grisou, pour le cas où la nôtre viendrait à faire défaut.

Nous avons été invités, en mai, aux Conférences de Montluçon, où MM. Audibert et Delmas exposaient le résultat de leurs travaux des deux dernières années; en juin, M. Frupiat et le soussigné, avons visité l'Exposition de la Sécurité minière ouverte à Cologne; en juillet 1931,

M. Van Oudenhove et le Directeur ont été invités à la première réunion internationale des Stations d'essais à Buxton (Grande-Bretagne), où ils ont été en contact avec les principaux expérimentateurs étrangers.

A la suite de cette réunion de Buxton, la collaboration par communication de rapports périodiques a été étendue au Bureau of Mines des Etats-Unis d'Amérique.

A partir de 1932, les rapports mensuels, que nous échangeons avec nos collègues britanniques et français, deviendront, par mesure d'uniformité, des rapports trimestriels et seront étendus au Service des Etats-Unis.

Nous échangeons, en plus, toutes les publications avec ces mêmes services et avec nos collègues allemands.

VI. RECHERCHES SCIENTIFIQUES

a) Analyse exacte des grisous belges.

L'étude sur les grisous s'est poursuivie avec activité, tandis que la question du pouvoir adsorbant des houilles a été, pour ne pas éparpiller les efforts sur un champ trop vaste, momentanément différée.

Cette question est d'ailleurs liée aux analyses diverses qu'il peut être opportun d'effectuer (analyse élémentaire, analyse immédiate, analyse rationnelle, examen micrographique, etc.) en vue de rechercher les lois qui peuvent relier la composition d'un grisou et la structure de la houille qui le dégage.

Il n'est pas encore permis de prévoir le développement que prendra cette partie de l'étude.

En tout cas, pour que cette étude ultérieure puisse se raccorder à celle qui se développe actuellement, c'est-à-dire à l'analyse de nos grisous, nous avons eu soin de faire prélever, en même temps que chaque échantillon de grisou, des échantillons de charbon pris aux endroits

mêmes des couches où ont eu lieu les prélèvements de gaz. Ces échantillons sont conservés à l'Institut, en récipients soudés, jusqu'à ce que nous puissions nous en occuper.

La note annexée de M. Coppens donne, dans un premier chapitre, le rappel des méthodes d'analyse et signale quelques améliorations apportées.

Le chapitre II donne le détail des données analytiques et permet au lecteur spécialiste d'avoir toutes indications utiles.

Le chapitre III résume les résultats. Un tableau des soixante grisous analysés à ce jour permet d'embrasser d'un coup d'œil ces résultats.

Les grisous proviennent de nos cinq bassins houillers. La plupart ont été prélevés dans des sondages, c'est-à-dire, dans des trous de quelques centimètres de diamètre, de 2 à 5 mètres de longueur, forés à front de taille des chantiers d'exploitation, soit donc en massif vierge.

Quelques-uns méritent une mention spéciale : par exemple les n^{os} 49 et 50 sont deux échantillons du gaz recueilli au charbonnage André Dumont, dans les circonstances suivantes : un sondage vertical intérieur, partant de l'étage de 700 mètres, a recoupé, à 90 mètres de profondeur, soit donc à la cote de 790 mètres environ, une forte venue d'eau avec abondantes bulles de gaz. Ce gaz était du grisou, il fut possible de le prélever très pur. On remarquera que sa composition est très sensiblement la même que les autres grisous prélevés en Campine.

Diverses analyses montrent la rapidité avec laquelle l'oxygène de l'air peut être fixé par la houille, sans d'ailleurs faire apparaître d'anhydride carbonique : lorsque l'on doit appliquer une dépression au sondage pour en extraire le grisou, il y a rentrée d'air par les

fissures du charbon : cet air abandonne au passage une partie de son oxygène et l'on extrait un grisou à taux exalté en azote : c'est le cas, par exemple, des n^{os} 28 et 18 et, à un degré extrême, le n^o 45. On voit combien le grisou n^o 28, par exemple, se rapproche de la composition du grisou naturel de la Station d'essais de l'Institut, prélevé à notre gazomètre (n^o 9-10) ; ce dernier grisou est puisé à la tête de massifs abandonnés ; des fissures dues à l'exploitation sous-jacente livrent sans doute passage à de petites quantités d'air, d'où la teneur exagérée en azote.

Seuls les sondages qui débitent le gaz avec une certaine pression, donnent la composition exacte du grisou de la couche.

Une autre constatation très curieuse est le rôle important que semble jouer l'éthane, dont la teneur ne dépasse cependant pas 2 %. Tous les grisous contenant plus d'un pour cent d'éthane proviennent de gisements à dégagements instantanés.

Les n^{os} 26 et 34 sont deux grisous prélevés dans deux charbonnages du pays de Liège, qui n'ont jamais été classés en 3^e catégorie, mais qui ont donné lieu à des manifestations atténuées de dégagements. La teneur en éthane est de l'ordre de celle trouvée dans les grisous des couches à dégagements instantanés du Borinage.

La teneur en éthane n'a dépassé 2 % que dans un seul grisou prélevé dans un charbonnage de Charleroi à dégagements instantanés. Le taux atteint est de 2,77 %. La présence d'éthane n'est cependant pas un criterium certain du caractère à dégagements instantanés des couches.

C'est ainsi que les grisous 30, 31, 32, qui ne contiennent qu'une très faible quantité d'éthane, sont prélevés dans une couche qui a donné lieu à des manifestations voisines d'un dégagement instantané atténué.

D'autre part, les grisous 51 et 52 ne diffèrent presque pas de composition. Ils sont prélevés dans la même couche, mais de part et d'autre d'une faille de transport qui forme la limite de la zone des dégagements instantanés. Le 51 est dans la zone des dégagements et l'on aurait pu s'attendre à ce qu'il contienne une quantité d'éthane plus forte que le 52.

Nous avons parfois fait effectuer, dans le même sondage, des prélèvements de grisou espacés de trois ou six heures, pour nous rendre compte des variations éventuelles du gaz dégagé dans le temps. Au point de vue pratique, cette variation est sans importance, à cause de la prédominance écrasante du méthane.

L'hydrogène n'existe qu'exceptionnellement dans nos grisous examinés à ce jour, et jamais qu'en quantité très faible (0,2 %) absolument insuffisante pour modifier les propriétés du méthane.

Jusqu'à présent, les analyses ont confirmé la conclusion que donnait le « Safety in Mines Research Board », c'est que, du point de vue de la pratique minière, on peut considérer le grisou comme étant du méthane pur.

Le rôle curieux de l'éthane fera l'objet d'études spéciales, lorsque nous aurons complété notre documentation sur les compositions de nos grisous.

M. Coppens et son adjoint étant trop absorbés par les opérations délicates des analyses de gaz, nous avons fait effectuer par un laboratoire extérieur les analyses élémentaires d'un assez grand nombre de charbons prélevés à l'endroit des échantillons de grisou. Ces analyses ne paraissent apporter aucun enseignement jusqu'à présent ; il n'y a pas de relation visible entre le grisou et le degré d'évolution du charbon qui le contient.

Elles doivent être cependant continuées.

b) **Gaz de deux fermentations de cellulose.**

M. Coppens a commencé une recherche qui a dû ensuite être abandonnée faute de temps, mais qui sera reprise ultérieurement. Elle avait pour but de reproduire, en confirmation des travaux d'Oméliansky, des conditions de fermentation de la cellulose pouvant expliquer la formation de grisous dans les houilles, lors de la décomposition des matières végétales.

On sait que le grisou de la Station allemande de Derne est produit artificiellement par la fermentation des matières cellulosiques des eaux résiduaires de la Ville d'Essen.

M. Coppens a réalisé une fermentation de papier filtre et une de fougères.

Le petit dispositif utilisé par M. Coppens, permettait de recueillir aisément les gaz produits par la fermentation. Une note spéciale est annexée à ce rapport. Bornons-nous à signaler la composition des gaz recueillis dans les derniers stades des fermentations.

	FERMENTATION	
	de papier	de fougères
CO ₂ (+ H ₂ S).	58,55 %	9,76 %
CH ₄	40,99	87,58
N ₂	0,45	2,66
H ₂	0,01	

Il est à remarquer qu'il y a absence pratiquement complète d'hydrogène — dont Oméliansky signalait la présence comme inévitable — et de tous les hydrocar-

bores autres que le méthane. Si l'on déduit le CO₂ (H₂S) on obtient les compositions suivantes :

1° CH₄: 98.89; N₂: 1,09; H₂: 0.02;

2° CH₄: 97.05; N₂: 2.95.

Ces compositions rappellent fort celles de nos grisous.

Frameries-Paturages, mars 1932.

Ad. BREYRE.